

Беспилотная лаборатория для мониторинга водоемов

Хохлова Екатерина Максимовна

Сергеева Арина Игоревна

МАОУ Лицей №38, г. Нижний Новгород

arishonoklav@gmail.com

yekaterina.khokhlova.07@mail.ru

Оглавление

| | |
|---|----|
| Введение | 3 |
| 1.0 Обзор литературы | 3 |
| 1.1 Изучаемые показатели | 3 |
| 1.1.1 Кислотность воды | 4 |
| 1.1.2 Мутность воды | 6 |
| 1.1.3 Температура воды | 8 |
| 2.0 Плавающая самоходная платформа | 10 |
| 2.1 Плавающая платформа | 10 |
| 2.2 Выбор двигателя и движителя системы | 11 |
| 2.3 Управление плавучей платформой | 11 |
| 2.4 Структурная схема блока управления | 11 |
| 3.0 Измерительная лаборатория контроля качества воды | 12 |
| 3.1 Схема лаборатории качества воды | 12 |
| 3.2 Датчики для мониторинга | 13 |
| 3.2.1 Датчик рН | 13 |
| 3.2.2 Датчик мутности | 14 |
| 3.2.3 Датчик температуры и влажности | 14 |
| 3.2.4 Датчик температуры воды | 15 |
| 4.0 Мобильное приложение | 15 |
| 4.1 Канал передачи данных | 15 |
| 4.2 Разработка мобильного приложения | 16 |
| 4.3 Интерфейс программы и основные компоненты | 17 |
| 5.0 Практическая часть | 18 |
| 5.1 Результаты исследований | 19 |
| Выводы | 20 |
| Список литературы | 21 |
| Приложение | 22 |

Введение

В наши дни остро стоит проблема загрязнения водоемов. Это создает опасность для всей экосистемы в целом. Страдают не только представители флоры и фауны, но и человек. Оперативный экологический мониторинг позволяет с большей степенью достоверности определять состояние естественных и искусственных водоемов - источников питьевой воды. В проведении такого мониторинга могут помочь лаборатории, способные определить тип загрязнения. Существующие лаборатории чаще всего стационарные, а в полевых условиях проводится только забор проб. Ускорить процесс мониторинга можно, создав водную беспилотную лабораторию для мониторинга малых водоемов естественного и искусственного происхождения. Она будет в автономном режиме собирать информацию и передавать её для дальнейшей статистической обработки.

Цель проекта:

Создать мобильную лабораторию для базового мониторинга водоемов Нижнего Новгорода и исследовать качество воды в водоемах естественного и искусственного происхождения.

Гипотеза:

Водная лаборатория позволит проводить мониторинг малых водоемов естественного и искусственного происхождения, отслеживать их экологическое состояние, опираясь на полученные значения параметров качества воды.

Задачи проекта:

1. Создать плавучую самоходную платформу для перемещения лаборатории;
2. Разработать Android-приложение для автоматизации процесса измерения;
3. Разработать канал передачи данных от лаборатории к смартфону, на котором установлено разработанное приложение, на базе Bluetooth.
4. С помощью лаборатории провести мониторинг нескольких пресноводных водоемов Нижегородской области
5. Проанализировать полученные данные и соотнести их с нормой изучаемых показателей
6. Предложить способы решения проблемы загрязнения водоемов естественного и искусственного происхождения

Обзор литературы

1.1 Изучаемые показатели

В изучаемые параметры качества воды входят показатели кислотности, мутности и температуры.

Эти показатели влияют на здоровье животных, растений и человека. Играют важную роль в биологических, химических и физических процессах, происходящих в водоемах. С помощью контроля этих показателей и своевременного выявления отклонений, можно предотвратить негативные воздействия техногенных и других факторов.

1.1.1 Кислотность воды

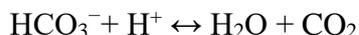
Норма кислотности естественных вод

Кислотно-щелочной баланс пресных водоёмов должен быть в пределах 6,5-8,5 рН. Этот диапазон считается нейтральным показателем уровня кислотности и наиболее подходящим для различных целей. (рис. 1)



Рис. 1

Углекислый газ растворяется в воде и формирует угольную кислоту. Эта кислота диссоциирует до иона водорода (H⁺) и бикарбоната (HCO₃⁻):



В нормальном водоеме, вопреки влиянию внешней среды и протекающих в нём биологических процессов, рН практически не меняется. Гидрокарбонат-ионы, присутствующие в поверхностных водоемах, успевают полностью нейтрализовать поступающие ионы H⁺.

Несмотря на это, рН пресноводной экосистемы всё же подвергается незначительным колебаниям в течении дня и на сезонных отрезках времени. Это обусловлено биологической активностью, которая управляет концентрацией углекислого газа в большей части поверхностных вод. Все живые организмы непрерывно дышат и выделяют углекислый газ. Днем водоросли и подводные растения утилизируют его в ходе фотосинтеза. Относительная скорость дыхания и фотосинтеза в пруду определяет накопление или удаление CO₂, и, в результате, падение или подъем показателя кислотности. Уровень дыхательной активности зависит от температуры воды и биомассы растений, животных и микроорганизмов в воде и донных отложениях. Уровень фотосинтетической активности зависит преимущественно от интенсивности солнечного света, биомассы растений и температуры воды. Днем, фотосинтез обычно протекает более активно, чем дыхание, поэтому концентрация углекислого газа снижается, и значение рН, соответственно, возрастает. Как только солнце опускается за

горизонт, фотосинтез снижается и полностью останавливается. Так как ночью дыхательная активность сохраняется, рН начинает опускаться. На следующий день фотосинтез вновь запускается, и цикл повторяется. (рис. 2)

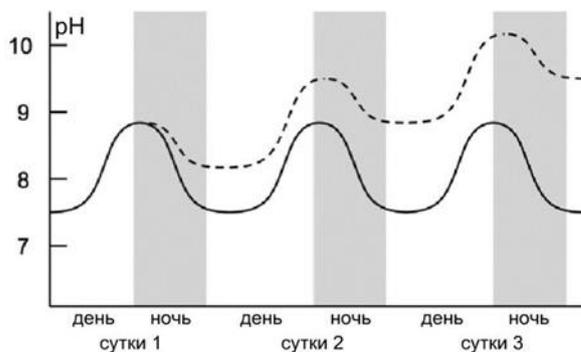


Рис. 2

Большинство пресноводных животных терпимы к колебаниям рН среды, однако они могут подвергаться стрессам при слишком быстром изменении данного показателя, даже в пределах, которые считаются допустимыми.

Слишком высокий или слишком низкий водородный показатель в водоёме является проблемой, представляет опасность для экосистемы: нарушение репродуктивных функций отдельных организмов или процесса воспроизводства для определенных популяций.

Причины отклонения от нормы:

Отклонения от нормы могут быть вызваны загрязнением, возникающим при кислотных дождях, при попадании в водоемы не прошедших нейтрализацию сточных вод промышленных предприятий.

В теплое время года все растения в прудах начинают активно развиваться, и расти, также в это время повышается уровень кислотности.

Способы решения:

Методы очистки воды как при пониженном, так и при повышенном рН будут полностью зависеть от причин возникновения дисбаланса.

Повышение значения рН:

1. Химический метод. В воду добавляются реагенты, которые выравнивают рН. Их объёмы и дозы зависят от того, насколько требуется коррекция. Из химических веществ наиболее актуальны известняк, перманганат калия, карбонат соды.

2. Аэрация. Природные источники и так постоянно взаимодействуют с кислородом, но при дополнительном насыщении происходит снижение концентрации растворённого углекислого газа и повышение кислотно-щелочного баланса. Суть метода в насыщении воды кислородом с помощью компрессора. Растворённый углекислый газ устраняется с пузырьками воздуха.

3. Картриджные фильтры. Суть способа в прохождении воды через специальный фильтр с известняком. Такие элементы способны добавлять в воду кальций и магний, таким образом повышается рН.

4. Ионный обмен. при корректировке уровня рН можно использовать установки с ионной смолой поток воды, проходя через разгрузочный материал, обменивается ионными. Происходит восстановление баланса рН. Чаще всего выделяются ионы натрия.

5. Обратный осмос. Системы обратного осмоса полностью устраняют все примеси и растворенные газы из воды, нормализуя уровень рН.

Понижение значения рН:

1. Применение негашеной извести, соединений меди и гербицидов. Однако воздействие этих средств должно быть ограничено, применять их следует периодически, через определенные промежутки времени.

Гербициды снижают скорость роста растительной биомассы и их фотосинтетическую активность, что приводит к снижению уровня рН.

2. Растворение в воде углекислого газа. При растворении углекислоты в воде формируется угольная кислота, а формирование кислоты понижает рН. Чтобы с удобством использовать этот метод, вам необходим постоянный источник углекислоты.

3. Внесение квасцов или органических веществ. С целью снижения значений рН, экстренная обработка воды может проводиться квасцами ($Al_2(SO_4)_3$). Это безопасное, относительно недорогое средство, реагирующее в воде в форме кислоты. Помимо своего основного эффекта, квасцы также являются флокулянтами и удаляют водоросли путем осаждения. Они снижают биомассу водорослей и, соответственно, фотосинтетическую активность. Квасцы также помогают снизить водородный показатель опосредованно, через удаление фосфора – важного биогенного элемента.

Внесение органики – молотой кукурузы, соевого шрота или хлопковой муки – приводит к снижению кислотности. Гниение органической материи приводит к высвобождению CO_2 . Метод не снизит рН немедленно, но он безопасен и относительно надежен. Однако процессы гниения, в ходе которых высвобождается углекислый газ, также потребляют кислород, поэтому могут снизить его концентрацию до угрожающего уровня. Концентрация растворенного кислорода должна измеряться регулярно, а пруд при необходимости аэрироваться.

1.1.2 Мутность воды

Норма мутности

В соответствии с гигиеническими требованиями к качеству питьевой воды мутность не должна превышать 1,5 мг/дм³ по каолину (каолин в основном состоит из каолинита, который представляет собой кристаллическое вещество состава $Al_2O_3 \times 2SiO_2 \times 2H_2O$. Чистый каолин – белого цвета и отличается сравнительно малой пластичностью) или 2,6 ЕМФ/дм³ по формазину (ЕМФ – единица мутности по формазину).

Применительно к хозяйственно-питьевому водоснабжению иногда используется такое деление мутности:

1. малая— менее 50 мг/дм³,
2. средняя — 50—250 мг/дм³,
3. повышенная — 250—1000 мг/дм³,
4. высокая — более 1000 мг/дм³.

Мутность не только отрицательно влияет на внешний вид воды. Главным отрицательным следствием высокой мутности является то, что она защищает микроорганизмы при ультрафиолетовом обеззараживании и стимулирует рост бактерий.

Причины отклонения от нормы:

Мутность природных вод вызвана присутствием тонкодисперсных примесей, обусловленных нерастворимыми или коллоидными неорганическими и органическими веществами различного происхождения. Взвешенные вещества попадают в воду в результате смыва твердых частичек (глины, песка, ила) верхнего покрова земли дождями или талыми водами во время сезонных паводков, а также в результате размыва русла рек. Наименьшая мутность водоемов наблюдается зимой, наибольшая — весной (в период паводков) и летом (в период дождей).

Также повышение мутности воды может быть вызвано взвесями карбонатов, гидроксидов алюминия, высокомолекулярных органических примесей гумусового происхождения, появлением фито- и изопланктона, а также окислением соединений железа и марганца кислородом воздуха.

Взвешенные вещества имеют различный гранулометрический состав, который характеризуется гидравлической крупностью, выражаемой как скорость осаждения частиц при температуре 10 °С в неподвижной воде. (рис. 3)

| Взвешенные вещества | Размер, мм | Скорость осаждения, мм/с | Время осаждения частиц на глубину 1 м |
|---------------------|---|--|---------------------------------------|
| Коллоидные частицы | 2×10^{-4} ... 1×10^{-6} | 7×10^{-6} | 4 года |
| Тонкая глина | 1×10^{-3} ... 5×10^{-4} | 7×10^{-4} - 17×10^{-3} | 0.5 - 2 месяца |
| Глина | 27×10^{-4} | 5×10^{-3} | 2 суток |
| Ил | 5×10^{-2} - 27×10^{-3} | 1.7 - 0.5 | 10 - 30 минут |
| Песок мелкий | 0.1 | 7 | 2.5 минуты |
| Песок средний | 0.5 | 50 | 20 с |
| Песок крупный | 1.0 | 100 | 10 с |

Рис. 3

На увеличение мутности воды сказывается, по большей части, слив неочищенных стоков, что свидетельствует о микробиологическом загрязнении воды.

Способы решения:

Существуют следующие методы борьбы с мутностью:

1. Коагулирование – добавление веществ, которые скрепляют мелкие частицы в крупные и заставляют их оседать на дно, недостаток способа – необходим строгий контроль веществ, в противном случае в воде будут накапливаться другие вредные примеси;
2. Озонирование – насыщение воды озоном посредством пропускания электрического тока;
3. Установка фильтров – самый эффективный способ снижения мутности воды.

1.1.3 Температура воды

Норма температуры воды:

В требованиях к качеству воды водоемов, используемых для купания, спорта и отдыха, указано, что летняя температура воды в результате спуска сточных вод не должна повышаться более чем на 3 °С по сравнению со среднемесячной температурой самого жаркого месяца года за последние 10 лет.

В водоемах рыбохозяйственного назначения допускается повышение температуры воды в результате спуска сточных вод не больше, чем на 5 °С по сравнению с естественной температурой. Наиболее благоприятной средой обитания является водоем, значения температуры которого находятся в диапазоне от 10 °С до 25 °С. Именно при этих температурах протекают основные физиологические процессы.

Температура выше 30°С отрицательно сказывается на обитателей водоема. Жаберные лепестки рыб становятся анемичными, покрываются слизью, происходит разрыв капилляров и возникает кровотечение. В дальнейшем жаберные лепестки подвергаются некротическому распаду и полному разрушению.

Температура воды в водоеме является результатом нескольких одновременно протекающих процессов: солнечная радиация, испарение, теплообмен с атмосферой, перенос тепла течениями и др. Температура колеблется незначительно, обычно от 0 до +35 °С. Температурный режим водной среды более устойчив, чем наземно-воздушной.

Обычно прогревание воды происходит сверху вниз. Годовые и суточные изменения температуры воды на поверхности и глубинах определяются количеством тепла, поступающего на поверхность, а также интенсивностью и глубиной перемешивания. Суточные колебания температуры могут составлять несколько градусов и обычно

наблюдаются на небольшой глубине. На мелководье амплитуда колебаний температуры воды близка к перепаду температуры воздуха.

Изменения температурного режима воды под влиянием природных факторов протекают обычно медленно, и водные организмы постепенно приспосабливаются к изменяющимся условиям, если они незначительны.

Тепловое же загрязнение - внезапное повышение или понижение температуры любого естественного водоема в результате действий человека - приведет к нарушению природного баланса водоема и множеству негативных последствий:

- подогретая вода дезориентирует рыб, так как образуются тепловые барьеры на путях этих водных животных
- критическое повышение температур создает условия для истощения пищевых ресурсов;
- уменьшается концентрация растворенного кислорода
- при повышенной температуре многие водные организмы, в частности, рыбы, находятся в состоянии стресса, что снижает их естественный иммунитет
- уменьшается видовое разнообразие растительного и животного мира водоемов

Причины отклонения от нормы:

Источники промышленных тепловых загрязнений – теплые воды электростанций (прежде всего атомных) и крупных промышленных предприятий, образующиеся в результате отведения тепла от нагретых агрегатов и машин. Электростанции часто сбрасывают в водоемы воду, имеющую температуру на 8-12 °С больше, чем забираемая из того же водоема вода.

Температура воды в водоеме также может повыситься в холодное время года из-за сброса городских дождевых стоков, в теплое – ввиду спиливания затеняющих береговую линию деревьев. Деревья выполняют множество важных функций:

- корни деревьев укрепляют берега рек, что является препятствием к их размыванию почв при паводках
- корни деревьев поддерживают достаточно высокий уровень грунтовых вод, и при исчезновении деревьев грунтовые воды опустятся, нарушится гидрологический режим
- кроны деревьев защищают водную гладь от солнца, и снижают скорость перемещение воздушных масс (ветра), что уменьшает испарение воды и препятствует обмелению рек

Способы решения:

Тепловое загрязнение водоема устраняется с помощью нескольких способов:

1. Создания проточности. Для этой цели необходимо иметь запас воды в головных прудах.
2. Регулирования водной растительности, так как в зарослях температура воды бывает ниже, чем при отсутствии растений.
3. Искусственное озеленение берегов рек способствует поддержке температурного режима водоема.
4. Введение более строгих мер наказания за нарушение закона о водоохранной зоне поможет сохранить экосистему водоема.

Методы исследования

Теоретические методы: анализ литературы, конкретизация, синтез, формализация.

Эмпирические методы: измерение, наблюдение, практическое моделирование, тестирование, статистический (когда будет проведен мониторинг на протяжении определенного периода времени)

Объект исследования: водоемы естественного и искусственного происхождения в Нижнем Новгороде.

Предмет исследования: кислотность воды, мутность воды, температура воды в водоеме.

2.0 Плавающая самоходная платформа

2.1 Плавающая платформа

В качестве плавающей платформы был выбран тримаран. Конструкция тримарана обладает наибольшей устойчивостью к крену, позволяет разместить на палубах большую полезную нагрузку. Тримаран имеет низкую осадку, что позволяет проводить мониторинг мелких водоемов. Длина плавающей платформы составляет 500 мм, ширина 250 мм.

Вся конструкция водной платформы закреплена на двух трубах ПВХ по обеим сторонам (нижняя палуба). Такие трубы сделаны из легкого и прочного материала, что дает лодке устойчивость и не сильно ее утяжеляет. Между трубами закреплена пластмассовая бутылка для улучшения плавучести. (приложение №1)

Палуба среднего уровня – это пластиковый контейнер, в котором находится оборудование для измерения нужных показаний: плата Arduino Nano, аккумулятор 18650, Bluetooth-модуль, датчик температуры и влажности. Датчики температуры воды, мутности воды и датчик pH выведены наружу через просверленные в контейнере отверстия. Датчик мутности закреплён в небольшой баночке и находится спереди плавающей платформы. Рн-метр и датчик температуры воды закреплены с помощью пластиковых уголков и так же располагаются спереди лодки. (приложение 2)

На крышке контейнера есть дисплей 1602 I2C, отображающий результаты измерений датчиков. Крышку в любой момент можно снять, если это понадобится. (приложение №3)

Двигатель и сервопривод находятся в задней части корабля рядом с рулем. (приложение №4)

2.2 Выбор двигателей и движителя системы

Бесколлекторный двигатель, который мы установили на нашу платформу, имеет высокий КПД и маленькую массу по сравнению с коллекторным двигателем. Он не создает радиопомех, его можно эксплуатировать при высокой влажности.

Для платформы был выбран двигатель модели A2212 1400kv. (приложение 5)

Мощности двигателя достаточно для радиоуправляемых конструкций весом более 1 кг.

Мощность двигателя - 145 ватт.

Рабочий ток 4-10А.

Движителем плавучей платформы был выбран двухлопастный винт диаметром 7 и шагом 3,5, обеспечивающий оптимальную нагрузку для данного двигателя. (приложение 6)

2.3 Управление плавучей платформой

Сервопривод

Сервопривод- мотор с управлением через отрицательную обратную связь, позволяющую точно управлять параметрами движения. Сервомотором является любой тип механического привода, имеющий в составе датчик положения и плату управления.

Сервопривод TowerPro SG90 был использован для возможности управления рулем. (приложение 7)

Принцип управления

Управление движением лодки осуществляется посредством изменения оборотов приводного винта и подводного руля с помощью сервопривода. Положение руля можно изменять с помощью пульта управления, чтобы лодка могла маневрировать и плавать по воде в разных направлениях.

2.4 Структурная схема блока управления

Структурная схема блока управления представлен на рисунке 4.

1. Fullymax LiPo 7.4V 2S 30C 1000mAh – аккумулятор
2. ZTW Beatles G2 20A ESC 2-4S – регулятор оборотов
3. A2212 1400kv – бесколлекторный двигатель
4. 2 AA батарейки
5. FlySky FS-A3 – 3-х канальный приёмник
6. TowerPro SG90 – сервопривод – мотор

7. LED1 - светоизлучающий диод

8. LED2 - светоизлучающий диод

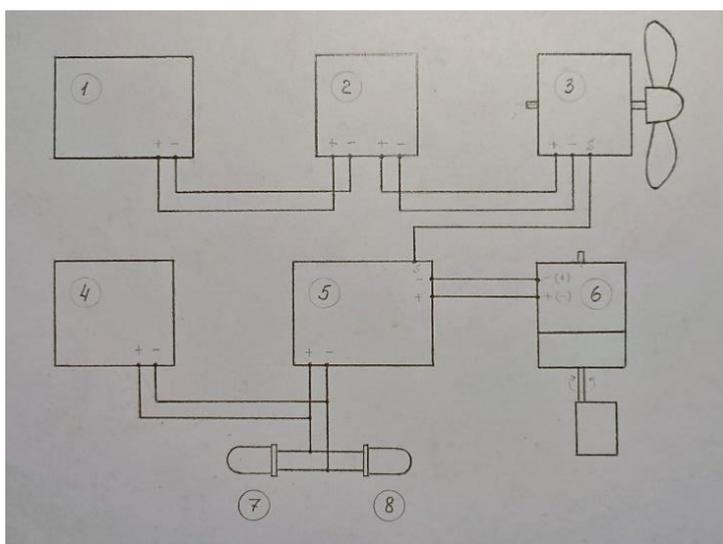


Рис. 4

3.0 Измерительная лаборатория контроля качества воды

3.1 Схема лаборатории качества воды

Схема измерительной лаборатории (рис. 5)

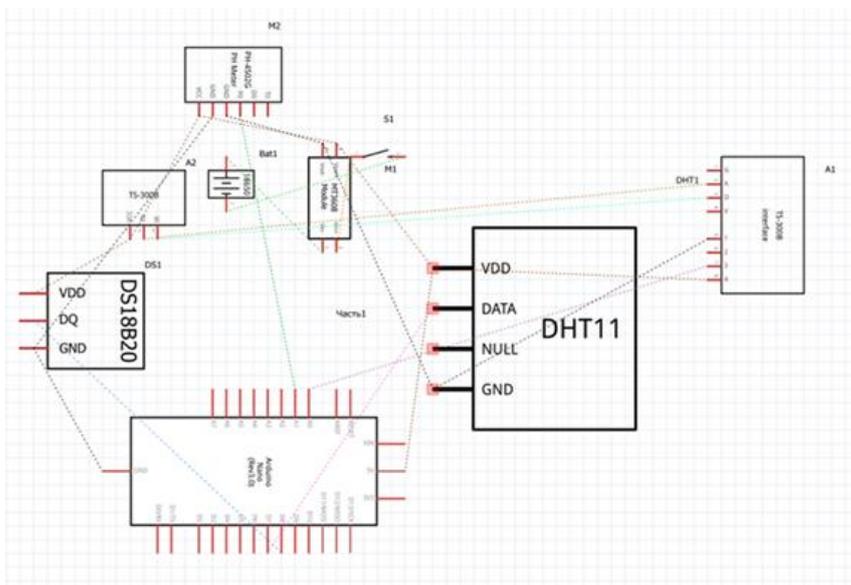


Рис. 5

18650 – аккумулятор

MT3608 module – повышающий преобразователь до 5 В

DHT11 – датчик температуры и влажности воздуха

PH-4502C – рН-метр (модуль датчика кислотности)

TS-300B – датчик мутности

TS-300B interface – модуль датчика мутности

DS18B20 – датчик температуры воды

Arduino Nano V3.0 - микроконтроллер

Более наглядная схема (рис. 6)

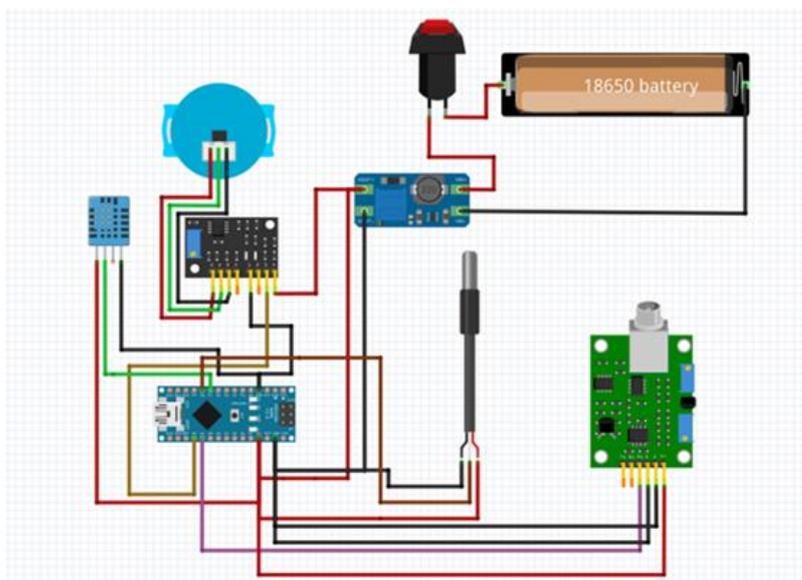


Рис. 6

3.2 Датчики для мониторинга

3.2.1 Датчик PH

Значение PH является одним из главных показателей для водоема. Он определяет величину концентрации ионов водорода. От данной концентрации зависят все химические и биологические процессы в водоеме, потому что у большинства живых организмов нет переносимости резких изменений уровня PH, поэтому необходимо проводить мониторинг его уровня. Это позволяет осуществлять датчик PH.

Это датчик, который позволяет определить показатель PH жидкости. Он состоит из комбинированного электрода, который включает в себя измерительный и сравнительный электрод, и усилительного модуля.

Для лаборатории был использован PH-метр модели PH4502C. (приложение 10)

Принцип работы датчика:

В основу работы PH датчика заложен ионометрический метод измерения PH. Данный метод заключается в измерении электродвижущей силы гальванической цепи, включающей специальный стеклянный электрод, потенциал которого зависит от концентрации ионов водорода $[H^+]$ в растворе.

Выходное напряжение усилительного модуля изменяется в диапазоне от 0 до 5 В, значение PH изменяется в диапазоне от 0 до 14.

Изменение уровня PH раствора приводит к изменению напряжения на выходе усилительного модуля.

После измерения датчиком в аналогово - цифровой преобразователь попадает цифровое значение, которое преобразуется в показатель РН жидкости. Расчет происходит программно по формуле

$$PH = \frac{((5/1024)*ADC - 2,5)/3 - A}{7}$$

где ADC- значение полученное с аналогово – цифрового преобразователя, А- изменение выходного напряжения на единицу РН (В).

При измерении РН нейтральной жидкости, выходное напряжение у усилительного модуля, к которому подключен сам датчик, равно 0 В. Напряжение перейдет в отрицательные значения в кислой среде и не сможет быть считано аналоговым портом Arduino.

Для изменения этого параметра используют смещение, так что РН = 7 будет считывать напряжение 2,5 В на аналоговый вывод Arduino.

3.2.2 Датчик мутности воды

Степень мутности воды- показатель, который зависит от количества света, проникаемого в водоем. Причиной мутности воды может служить загрязнение вод и повышение количества неорганических соединений, что негативно сказывается на флоре и фауне. Мутная вода является благоприятной средой для развития опасных болезнетворных бактерий. Измерение мутности воды является важным элементом экологического мониторинга водоёма.

Для лаборатории был использован датчик мутности жидкости KIE-TS-300B V2.0. (приложение 11)

Принцип работы датчика:

Принцип действия датчика мутности основан на улавливании рассеянного инфракрасного излучения, интенсивность которого зависит от количества взвесей в воде. Датчик состоит одного фотодиода и светодиода. Значение выходного напряжения в виде аналогового сигнала попадает в аналогово-цифровой преобразователь. Далее мутность воды рассчитывается по формуле:

$$T = \frac{V}{100}$$

где V – аналоговое значение, соответствующее выходному напряжению.

3.2.3 Датчик температуры и влажности

Влажность и температура внутри лаборатории – важные показатели для контроля состояния оборудования. Если влажность и температура достигают высоких значения, то может произойти короткое замыкание, и лодка выйдет из строя.

Для лаборатории был использован датчик температуры и влажности модели DHT11. (приложение 12)

Принцип работы датчика:

Чувствительный к влажности компонент имеет два электрода с влагоудерживающей подложкой (обычно соль или проводящий пластиковый полимер), зажатой между ними. По мере поглощения водяного пара подложка высвобождает ионы, что увеличивает проводимость между электродами. Изменение сопротивления между двумя электродами пропорционально относительной влажности. Более высокая относительная влажность уменьшает сопротивление между электродами, в то время как более низкая относительная влажность увеличивает это сопротивление.

Для измерения температуры имеется датчик температуры NTC (термистор). Термистор – это терморезистор – резистор, который меняет свое сопротивление в зависимости от температуры. Термисторы сделаны так, чтобы их сопротивление резко изменялось при изменении температуры. С ростом температуры сопротивление уменьшается.

Значения с этих датчиков попадают на «Arduino» в виде аналогового сигнала.

3.2.4 Датчик температуры воды

Температура воды является важным экологическим фактором. От температуры зависит протекание многих физических, химических и биологических процессов. Именно от неё зависит интенсивность метаболизма организмов, обитающих в воде, скорость их питания, роста и созревания.

Существенные отклонения от нормы температурного режима могут свидетельствовать о наличии загрязнений, которые могут нанести огромный ущерб экосистеме водоема.

Был использован герметичный датчик температуры DS18B20. (приложение 13)

4.0 Мобильное приложение и канал передачи данных

4.1 Канал передачи данных

Bluetooth – модуль

Связь нашей лаборатории и смартфона обеспечивает Bluetooth- модуль HC-06. (приложение 14)

Данный модуль осуществляет беспроводную передачу данных на устройство без дополнительных модулей телеметрии. При желании мы сможем контролировать состояние датчиков и изменять параметры системы без перезагрузки контроллера. Протокол Bluetooth 5.0 поддерживает передачу данных на расстояние 400 метров. Все данные, полученные после проведения измерений, будут отправляться в приложение, установленное на смартфоне.

Благодаря данному модулю “Arduino” сможет как отправлять данные, полученные с датчиков, так и получать команду о конце и начале исследования из приложения.

4.2 Разработка мобильного приложения

MIT App Inventor позволяет разработать пользователю мобильное приложение, которое может решать множество различных задач, благодаря широкому выбору функций. MIT App Inventor позволяет разработать приложение, которое будет использовать показания датчиков смартфона, различные каналы связи.

Разработка приложения в MIT App Inventor напоминает разработку приложений в C++ Builder. Так же, как и C++ Builder прежде всего пользователю необходимо собрать интерфейс и выбрать функции приложения. Программирование в MIT App Inventor осуществляется с помощью блоков.

Написание программы в MIT App Inventor начинается с выбора названия проекта (рис. 7). На следующем этапе необходимо собрать интерфейс приложения.

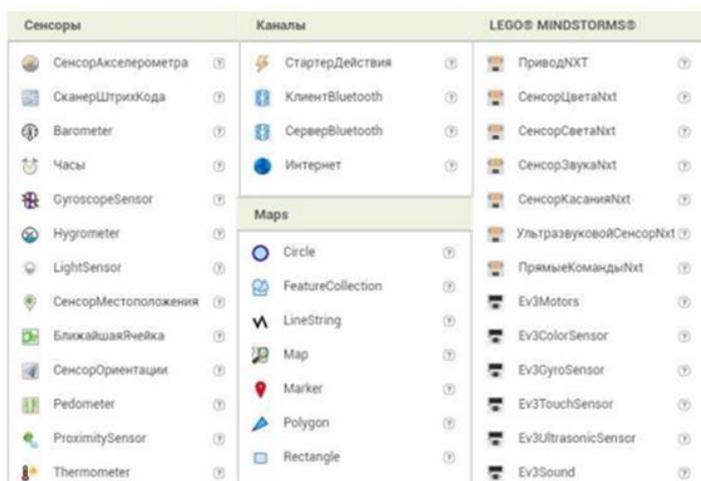


Рис. 7



Рис. 8

В левом окне Палитра находятся элементы интерфейса и функции. Справа имеются окна Компоненты и Свойства. В окне Компоненты будут отображаться выбранные

пользователем элементы интерфейса и функции, а в окне Свойства пользователь может изменять свойства визуальных элементов приложения, например текст, размер, расположение и цвет. В центральном окне располагается модель смартфона, на котором будут отображаться элементы управления приложением, выбранные пользователем. (рис. 8)

Разработку приложения в MIT App Inventor можно разделить на два этапа: сборка интерфейса и написание программы.

4.3 Интерфейс программы и основные компоненты

Интерфейс программы представлен на рис. 9

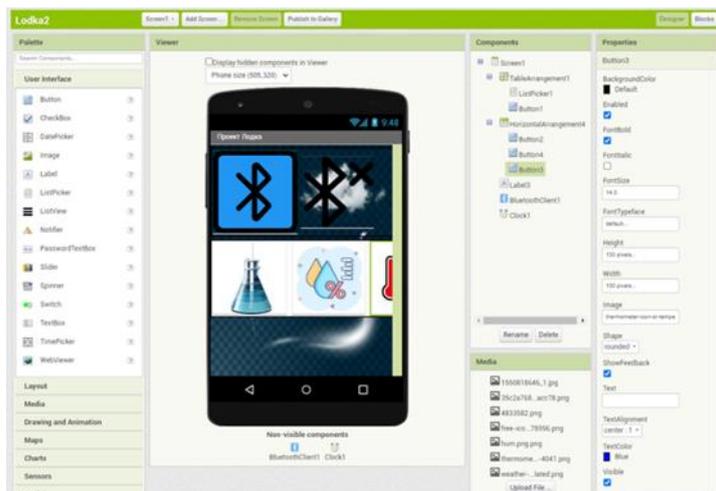
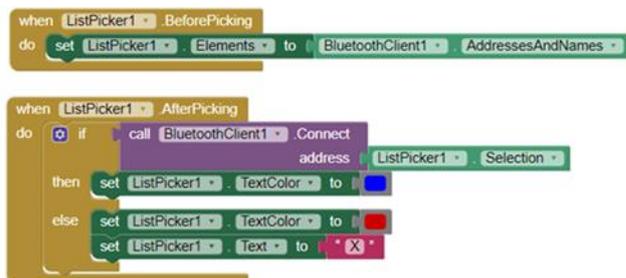


Рис. 9

1. ListPicker1 – для запуска Bluetooth подключения, выбора доступных Bluetooth устройств и режима отображения состояния подключения
2. Label3 – для отображения полученных данных с Arduino
3. Button2 – кнопка включения режима «мутность воды»
4. Button4 – кнопка включения режима «влажность воздуха»
5. Button3 – кнопка включения режима «температура воздуха»
6. Button5 – кнопка отключения
7. Clock1 – таймер
8. BluetoothClient1 – компонент для работы с Bluetooth (получение и отправка данных)

Функционал для ListPicker (рис. 10)



Для кнопки отключения (рис. 11)

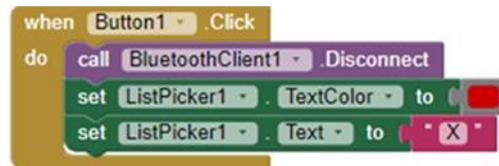


Рис. 10

Для таймера (рис. 12)

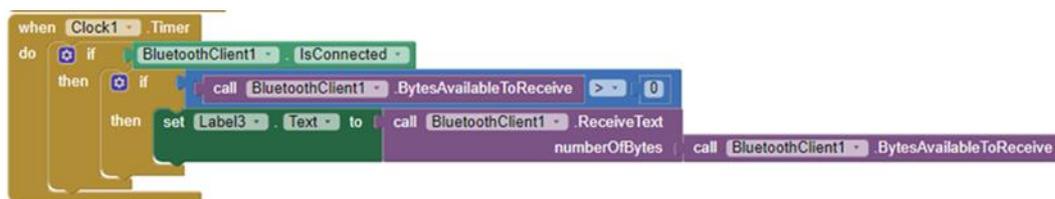


Рис. 12

Для кнопок (рис. 13)

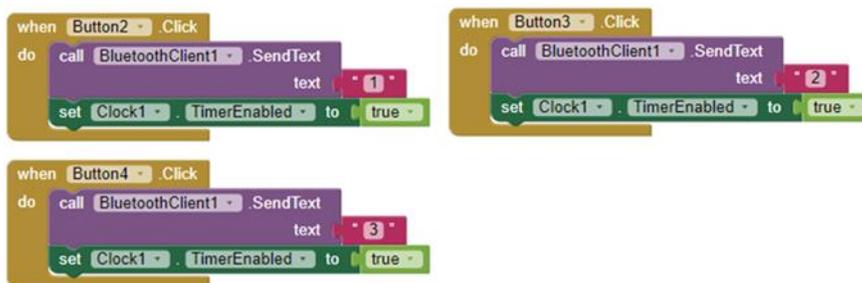


Рис. 13

5.0 Практическая часть

С помощью лаборатории было проведено исследование на участке реки Оки, Нижнего Новгорода в районе между Канавинским и Метромостом по параметрам мутности, кислотности и температуры воды. (рис. 14)

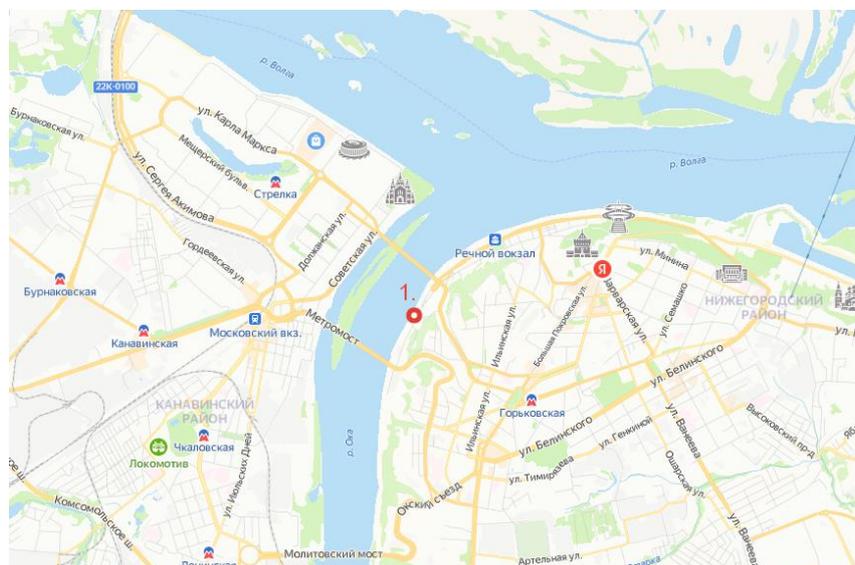


Рис. 14

Для безопасности к носу водной лаборатории был прикреплен трос. Устройство успешно прошло эксперимент. Конструкция подтвердила свою устойчивость, хоть и на небольших волнах, и маневренность. Мощности двигателя хватает для перемещения лодки. Трубы герметичны. Внутри вода не проникает.

При съёме показаний с датчиков, важно отметить, что естественные воды никогда не бывают идеально чистыми, так как вода прекрасный растворитель. В ней растворяются некоторые газы, твердые частицы. Проходя через почву, она насыщается различными минеральными элементами – как полезными, так и нет. Эти вещества, а также разнообразные примеси влияют на показания кислотности, мутности и температуры изучаемого водоема.

Допускаются незначительные отклонения от нормы, ввиду влияния внешней среды и других различных факторов на экосистему водоёма.

5.1 Результаты исследований

| Показатели | Значения датчиков по исследуемому участку | | | | Норма |
|--------------------------------------|---|------|------|------------------|---|
| | | | | | |
| Кислотность воды, ед. рН | 7,80 | 6,95 | 7,28 | Среднее значение | 6,5-8,5 |
| | | | | 7,34 | |
| Мутность воды, ед. мутности | 31 | 30 | 32 | 31 | Приемлемое значение для поверхностных вод |
| Температура воды, °С | 4,7 | 4,8 | 4,7 | 4,7 | Ср. знач за последнюю неделю: 4,5 |
| Температура воздуха в контейнере, °С | 12,8 | 12,8 | 12,7 | 12,8 | — |
| Влажность воздуха в контейнере, % | 43 | 44 | 44 | 44 | — |

Кислотность соответствует норме, мутность по системе измерений от 0 до 100, где 0 соответствует дистиллированной воде (прозрачной, без примесей), а 100 – максимальной загрязненности, то полученные значения допустимые для водоема в период половодья.

Нормы температуры воды не существует, поэтому мы можем только проследить динамику последней недели. Вода неравномерно, но все же постепенно нагревается, как и должно быть в весенний период, что говорит нам об отсутствии серьезных отклонений (график 1).

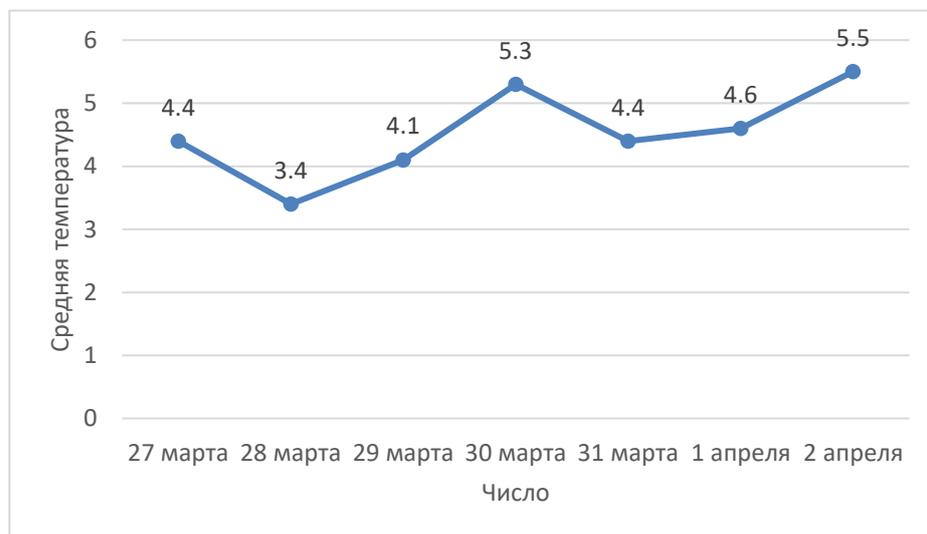


График 1

Проведенный анализ позволяет сделать вывод о неплохом качестве воды – все оцениваемые параметры приближены к норме. Однако в рамках данной работы был проведен далеко не полный анализ, так как перед нами стояла цель автоматизировать процесс мониторинга водоемов.

Исходя из выше изложенного, нельзя сделать вывод о действительно хорошем качестве воды, потому что при исследовании не учитывались биологические, бактериологические и многие химические и физические показатели качества воды, которые также играют немаловажную роль в контроле за состоянием водной среды, например, цвет воды в реке говорит о том, что она загрязнена.

Опираясь на полученные знания, можем предположить, что основным источником загрязнения служит сброс промышленных сточных вод в реку с заводов и животноводческих комплексов, располагающихся на берегах Оки, а также устаревшие очистные сооружения.

Вода должна быть защищена от попадания в нее различных загрязнителей, рекомендуется установить фильтры там, где их до сих пор нет, и обновить устаревшее оборудование, чтобы сточные воды предварительно проходили действительную качественную очистку перед попаданием в водоем.

Водоему требуется внимание со стороны администрации Нижнего Новгорода.

Выводы

В ходе проекта была создана плавучая самоходная платформа для перемещения лаборатории, разработано Android-приложение для автоматизации процесса измерений,

разработан канал передачи данных с лаборатории на устройство, изучены нормы показателей кислотности, мутности и температуры воды, их значимость в процессах, происходящих в водоеме.

В дальнейшем планируется провести мониторинг еще нескольких водоемов Нижнего Новгорода, систематизировать информацию и сравнить эти показатели с уже полученными.

Одна такая мобильная лаборатория способна проводить мониторинг целого водоема в то время, как статические лаборатории могут заниматься мониторингом только малой ее части.

Цель проекта – достигнута.

Гипотеза – нашла своё практическое подтверждение.

Список литературы

Коробкин, В. Экология и охрана окружающей среды: книга однотомная / В. Коробкин, К. Передельский - М.: Кнорус , 2019

Введение в биомониторинг пресных вод: учебное пособие / В24 Т.С. Вшивкова, Н.В. Иваненко, Л.В. Якименко, К.А. Дроздов

"СанПиН 2.1.5.980-00. 2.1.5. Водоотведение населенных мест, санитарная охрана водных объектов. Гигиенические требования к охране поверхностных вод. Санитарные правила и нормы"

(утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 22.06.2000) (с изм. от 04.02.2011, с изм. от 25.09.2014)

"Водный кодекс Российской Федерации" от 03.06.2006

Ardupilot Firmware <https://firmware.ardupilot.org/>

<https://docs.arduino.cc/learn/starting-guide/getting-started-arduino>

<https://microkontroller.ru/arduino-projects/ph-metr-izmeritel-kislotnosti-na-arduino-uno-i-zhk-displee/>

<https://arduinomaster.ru/datchiki-arduino/arduino-ds18b20/>

<https://arduinomaster.ru/datchiki-arduino/arduino-bluetooth-hc05-hc06/>

<https://microkontroller.ru/arduino-projects/opredelenie-kachestva-vody-s-pomoshhyu-arduino-i-datchika-mutnosti/>

https://ekolog.org/books/37/2_2_1.htm

<https://studfile.net/preview/3857122/page:17/>

<https://cimpleo.com/blog/simple-arduino-ph-meter/>

<https://www.activestudy.info/ximicheskij-sostav-vody-v-rybovodnom-prude/>

©

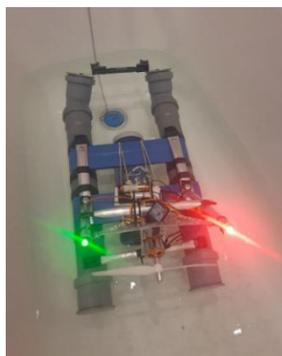
Зооинженерный факультет МСХА

<https://aquavitro.org/2015/06/27/kontrol-vysokogo-ph-v-prudu/>

Приложение

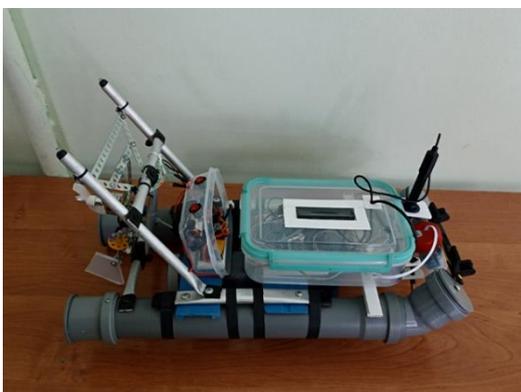
Приложение №1

Фото конструкции плавучей самоходной платформы



Приложение №2

Фото измерительной лаборатории



Приложение №3

Фото дисплея с выведенными на него значениями



Приложение №4

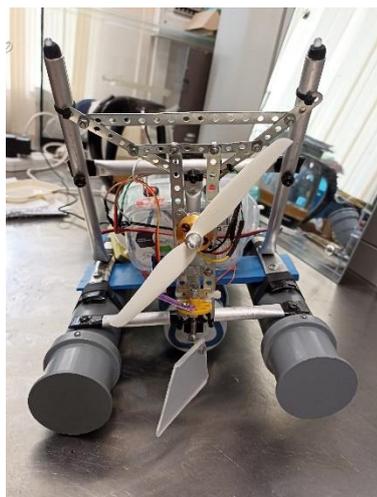


Фото положения двигателя и сервопривода

Приложение №5



Фото двигателя

Приложение №7



Фото сервопривода

Приложение №6



Фото двухлопастного винта

Приложение №8



Фото рН-метра

Приложение №9

Фото датчика мутности воды



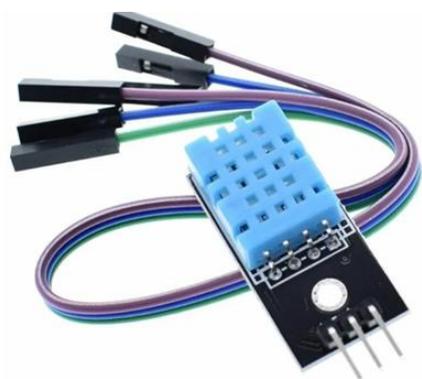
Приложение №10

Фото датчика температуры и влажности



Приложение №11

Фото датчика температуры воды



Приложение №12

Фото Bluetooth- модуля

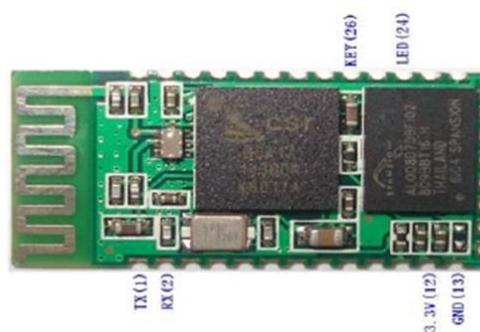


Figure 1 HC-06

Приложение №13

