

# Автоматизация мониторинга физических и химических показателей состава воды Горьковского водохранилища

Тропин Виктор Сергеевич  
МБУ ДО ЦДОД, 11 энергокласс  
29.07.2006  
tropinvs2006@mail.ru  
+ 79994406271

Верхотурова Елена Анатольевна  
МБУ ДО ЦДОД, куратор энергокласса  
[niculina\\_ea@mail.ru](mailto:niculina_ea@mail.ru)  
+7-906-974-27-79

## **ВВЕДЕНИЕ**

Летом 2022 года я прошел обучение в Летней энергетической школе ПАО «РусГидро» (ЛЭШ) на базе Нижегородской ГЭС. В рамках образовательной программы для участников состоялись лекции об основах гидроэнергетики, экологической и социальной политике компании, занятия по устойчивому развитию и ESG-концепции, а также мастер-классы и тренинги по развитию надпрофессиональных навыков. Я был на Нижегородской ГЭС и крупных промышленных предприятиях региона. Благодаря полученным знаниям меня заинтересовала проблема качества воды в водохранилищах.

«Водный кодекс Российской Федерации» от 03.06.2006 N 74-ФЗ (далее Кодекс) обязует водопользователей своевременно осуществлять мероприятия по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций на водных объектах. Положениями ст.45 п.8 указанного Кодекса закреплено содержание правил технической эксплуатации водохранилищ и их благоустройства. Должны осуществляться мероприятия по поддержанию санитарного состояния водохранилища, по предупреждению заиления, по предотвращению поступления загрязняющих веществ и микроорганизмов в водохранилище, по обустройству берегов водохранилища, зоны водного объекта ниже плотины в соответствии с требованиями их хозяйственного использования и требованиями охраны окружающей среды; должен существовать порядок осуществления наблюдений за состоянием водохранилища (изменением стока вод, температурой воды, испарением, фильтрацией, химическим и биологическим составами воды, толщиной льда, движением наносов, заилением, изменением берегов и другими явлениями). В ст.46 Кодекса прописано, что использование водных объектов для целей производства электрической энергии осуществляется с учетом интересов других водопользователей и с соблюдением требований рационального использования и охраны водных объектов, в ст. 62, п.2 описаны требования к сохранению водных биологических ресурсов и других объектов животного и растительного мира, требования о предотвращении негативного воздействия вод и ликвидации его последствий.

Нижегородская ГЭС является водопользователем, соответственно должна соблюдать Водный кодекс РФ и другие нормативно-правовые акты. В Распоряжении Правительства РФ от 31.12.2008 N 2054-р (ред. от 02.09.2015) «Об утверждении перечня водоемов, которые полностью расположены на территориях соответствующих субъектов Российской Федерации и использование водных ресурсов которых осуществляется для обеспечения питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения двух и более субъектов Российской Федерации» написано об использовании водных ресурсов Горьковского водохранилища в целях обеспечения питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения Ярославской области,

Нижегородской области, Костромской области, Ивановской области. А это значит, что вода должна соответствовать санитарным правилам и нормам.

Чтобы обеспечить исполнение законов и исключить их нарушение необходимо вести мониторинг состояния воды любого водохранилища. Мы предлагаем автоматизировать этот процесс, чтобы облегчить сбор информации и оптимизировать финансовые расходы, а также иметь доступ к ежедневным данным о состоянии воды по ключевым параметрам, для просмотра в динамике и своевременного принятия решения на примере Горьковского водохранилища.

Выбранная нами тема является **актуальной**, поскольку водохранилища являются водными объектами, которые находятся под многофакторным антропогенным воздействием, влияющим на их гидрологический, гидрохимический и гидробиологический режимы. Любое водохранилище представляет собой крупнейшим водоемом своего региона и имеет важное экологическое и хозяйственное значение. Это уникальный водный объект, который по сочетанию физических, химических и биологических характеристик, не имеет аналогов. Водохранилище включает несколько участков, находящихся в разных ландшафтных зонах и имеющих антропогенную нагрузку разного уровня, в связи с этим особое значение при существующем режиме эксплуатации водных ресурсов водоема приобретает разработка вопросов его оптимального использования в целях интересов рыбного хозяйства и сохранения высокого качества воды, как источника питьевого водоснабжения.

**Цель работы:** создание документации прототипа устройства для автоматизированного отслеживания экологической обстановки в зоне влияния гидроэнергетического объекта.

**Задачи исследования:**

1. Рассмотреть особенности влияния водохранилищ на состояние окружающей природной среды.
2. Изучить нормативно-правовую базу по водопользованию.
3. Рассмотреть, какие физические показатели и химический состав воды в водохранилище необходимы для мониторинга и провести анализ финансовых затрат для его реализации.
4. Проанализировать научную литературу и информацию из интернет-источников по существующим устройствам.
5. Представить документацию на свое устройство «ВОТОР» и обеспечить его необходимым оборудованием.
6. Определить соотношение рисков и преимуществ проекта.

**Гипотеза:** создание устройства способного автоматизировано вести мониторинг состояния воды поможет существенно уменьшить траты ГЭС на эту статью расходов.

**Методы исследования:** теоретический, эмпирический, сравнение, анализ.

**Объект работы:** Горьковское водохранилище.

**Предмет работы:** создание документации прототипа устройства.

## ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Водохранилища представляют собой искусственные водные объекты, управляемые человеком, при этом испытывающие сильнейшее воздействие природных факторов. Поэтому как объекты изучения, использования и управления, искусственные водохранилища занимают промежуточное положение между природными и техническими образованиями, что дает право именовать их природно-техническими системами. Всем водохранилищам свойственна особая система так называемых внутриводоемных процессов – гидрологических, гидрохимических и гидробиологических. Как известно, создание водохранилищ влечет за собой ряд негативных последствий для окружающей среды: затопление ландшафтов и плодородной земли, пригодной для сельхозпроизводства; изменение гидрологического режима; эрозию береговой линии водохранилищ, переформирование берегов и дна водоемов, устьевых участков рек, впадающих в водохранилища, формирование баров; появление на акватории водохранилищ запасов плавающей древесины вследствие береговой эрозии; изменение уровня грунтовых вод, температурного режима водной массы и окружающей среды; повышение влажности, появление интенсивных и продолжительных по времени туманов; увеличение площади водного зеркала; дополнительные потери воды на испарение; изменение гидрохимического состава воды в водохранилищах; перестройку растительного и животного мира; нарушение условий нерестилищ рыбы, опасность провокации колебания земной коры в связи с сооружением крупных плотин и водохранилищ и т. д.

Мы рассмотрели СанПиН 3907-85 «Санитарные правила проектирования, строительства и эксплуатации водохранилищ» и выяснили, какими ГОСТами и документами регламентируется качество воды: ГОСТ 2761-84 «Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения», ГОСТ 17.1.5.02.80 «Гигиенические требования к зонам рекреации водных объектов», «Правилами охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами». А также узнали, что в соответствии с п.2.12 «Санитарных правил проектирования, строительства и эксплуатации водохранилищ» (утв. Главным государственным санитарным врачом СССР 01.07.1985 N 3907-85) ответственность за выполнение санитарных правил возлагается на водопользователей в зоне водохранилища. А п. 5.1. указывает, что мероприятия по санитарной охране водных объектов должны быть направлены на ликвидацию и (или) предупреждение возможного появления источников загрязнения в целях обеспечения надлежащего качества воды водохранилищ, используемых или намечаемых к использованию для удовлетворения хозяйственно-питьевых и культурно-бытовых нужд населения. Ещё существует законопроект СТО70238424.27.140.024 - 200х «Гидроэлектростанции мониторинг состояния окружающей среды в процессе эксплуатации

нормы и требования», в рамках которого мониторинг будет производиться по дополнительным физическим, химическим, биологическим параметрам. В настоящее время проект не утверждён. А в связи с мировой тенденцией охраны окружающей среды, принятие этого законопроекта в силу - вопрос времени. И лучше быть к нему готовыми заранее. Предоставлю содержание п. 5.1.1. вышеуказанного проекта, в котором содержится информация о задачах мониторинга, который должна осуществлять гидроэлектростанция: Мониторинг окружающей среды, проводящийся для оценки влияния, оказываемого существованием и эксплуатацией сооружений гидроэнергетических объектов, осуществляемый энергокомпанией (эксплуатирующей организацией), является составной частью государственного мониторинга, осуществляемого в соответствии с Федеральным законом «Об охране окружающей среды» на локальном (производственном) уровне в районе расположений источников антропогенного воздействия на состояние окружающей среды.

Мониторинг водных объектов предполагает ежедневные визуальные наблюдения. Ежедекадно проводят отбор проб, гидрохимические и гидрологические наблюдения. Для многих водных объектов по обязательной программе исследования проводят семь раз в год: при половодье (подъем, пик, спад); в период летней межени (прохождение дождевого паводка, при минимальном расходе воды); перед ледоставом; в рамках зимней межени. Мониторингом воды занимается инженер-эколог.

Исследуемые физические показатели и химический состав воды для мониторинга описаны в Приложении №1.

В настоящее время Нижегородская ГЭС заказывает анализ воды в независимой лаборатории. Сбор проб воды производится в верхнем и нижнем бьефе, а также в местах сброса сточных вод (см. Приложение №8). Осуществляется отбор для анализа физических параметров и химического состава согласно СанПиН 3907-85 (к эксплуатации водохранилищ относятся пункты 2,5,6,8); ГОСТ 2761-84; ГОСТ 17.1.3.07-82. Отбирают из поверхностного горизонта пробы бутылкой либо эмалированным ведром, а из глубинных вод – батометром.

Один анализ обходится Нижегородской ГЭС в 346 430,00 рублей. Таких анализов надо сделать не менее 7 раз в году, что составляет 2 425 010,00 рублей в год. Сделав анализ затрат на услуги независимой лаборатории, мы понимаем, как дорого обходятся такие работы и предполагаем, что наличие автоматизированного устройства поможет сэкономить средства и перераспределить их на другие социальные программы.

Мы сделали анализ научной литературы и информации из интернет-источников по современным устройствам для автоматизированного отслеживания экологической обстановки в зоне влияния гидроэнергетического объекта. Vulink - это телеметрическое устройство,

работающее со спутниковой и сотовой связью, которое может проводить мониторинг без участия человека. Продавец данного оборудования обещает нам легкую настройку, работу из любой точки с возможностью работать на протяжении длительного периода времени без питания.

Возможное применение:

1. Продолжительное наблюдение за подземными водами;
2. Дистанционное наблюдение за поверхностными водами;
3. Наблюдение за притоком соленых вод, за ливневыми водами;
4. Применение возможно на гидрометрических речных станциях, ликвидации аварий и их последствий, очистка сточных вод, ирригация управление процессами, связанными с шахтными водами, промышленные и бытовые применения. Измеряемые параметры данного устройства нам подходят.

Рассмотрим другое устройство, многопараметрический анализатор Aquaread модели AP-5000 предназначен для измерения различных физико-химических параметров природной, сточной и очищенной воды. Анализатор AP-5000 имеет встроенную систему автоматической механической очистки чувствительных элементов датчиков. Это многопараметрический портативный прибор контроля качественных параметров воды. Модульная конструкция позволяет подключать измерительный блок Aquaprobe, содержащий в себе до 11-ти датчиков, и выводить результаты измерений на дисплей прибора. Прибор способен измерять одновременно до 20 параметров. Наличие GPS модуля позволяет записывать в память прибора координаты места измерения пробы и измеряемые параметры.

Стоимость одного устройства Vulink на российском рынке составляет 312 000,00 рублей, а таких устройств необходимо 3 штуки (так как сбор проб воды производится в верхнем и нижнем бьефе, а также в месте сброса сточных вод), следовательно, всего 936 000,00 рублей. Стоимость Aquaprobe - 374 000,00 рублей, а за 3 штуки – 1 122 000,00 рублей. Мы считаем, что данные устройства нам не подходят из-за дороговизны и второе, что даже более важное, эти модели импортного производства, а в условиях санкций выбор необходимо делать в пользу отечественного производителя.

Мы предлагаем собственную разработку прототипа анализатора для мониторинга физических и химических показателей состава воды Горьковского водохранилища под названием «ВОТОР». Итак, рассмотрим технологии оценки физических аспектов:

- измерения и измерения мощности и частоты волн;
- измерения скорости совмещения с генерацией;
- измерения изменений уровня воды в водохранилищах;

- прогнозирование начала и конца ледостава;
- измерения мутности воды;
- ориентация системы в пространстве.

Какое наполнение необходимо для прототипа нашего устройства «ВОТОР»?

1. Датчик колебания (вибрации). Физический фактор - амплитуда волн.
2. Два датчика освещённости. Физический фактор - глубина, мутность, ил на дне. Для определения глубины мы смотрим на статичность показателя освещенности воды. Когда установится постоянное значение во время разматывания троса, то это означает, что анализатор всплыл. Два датчика нужны для измерения мутности и для обнаружения ила. Разность показаний датчиков примерно одинаковая, а когда она изменяется, то это значит, что датчик попал в заиленное место или место с физическим фактором мутности.
3. Датчик температуры. Физический фактор - температура.
4. Внутри находятся реактивы для химического анализа.

Измеряемые параметры анализатором «ВОТОР» описаны в Приложении №5, а ссылки на необходимые датчики в приложении №8.

Пришло время смоделировать прототип анализатора. Технический набросок и прототип «ВОТОР» предоставлены в приложении №2, №3. Мы постарались визуализировать нашу систему. Давайте рассмотрим из каких блоков, частей состоит наш анализатор и за что отвечает каждый из них (см. приложение №3). На платформе ардуино создается прототип с вышеуказанными датчиками, 2 вентилятора обеспечивают энергией аккумуляторную батарею мощностью 3000 Ма (миллиампер) за счет солнечной батареи. Информация со всех датчиков устройства через GPS канал передается на компьютер специалисту, например, инженеру-экологу и специальная программа помогает человеку анализировать, обобщать и систематизировать данные наблюдений. Данный прототип помещен в водонепроницаемый и ударопрочный корпус, который крепится на тяжелую платформу, которая за счет своей тяжести стоит на дне и удерживает прибор в необходимой точке водохранилища. К платформе анализатор прикреплен тросом, по которому «ВОТОР» движется по траектории вверх-вниз для забора данных воды на разных глубинах (см. приложение №6).

Рассмотрим поэтапный план выполнения нашего проекта «ВОТОР» (Приложение №4). Для реализации проекта «ВОТОР» мы учли все этапы производства от разработки до производства, а в итоге получение сертификации и патента на изобретение. Время создания: от 1,5 до 2-х лет. Стоимость создания за одну единицу: 275 000 рублей.



Представленное нами устройство «ВОТОР» и расчет его стоимости от этапа производства до получения патента полностью подтверждает нашу гипотезу о том, что создание устройства способного автоматизировано вести мониторинг состояния воды поможет существенно уменьшить траты ГЭС на эту статью расходов. Анализируя стоимость цены анализаторов и услуг лаборатории, наглядно видно, что выгодный вариант – это анализатор «ВОТОР». (см. приложение №7).

Давайте обсудим риски и преимущества нашего проекта.

Риски:

- Вандализм – устройство, находится в местах общей доступности;
- Погодные явления – могут повредить части устройства;
- Попадание химических реагентов, содержащихся в устройстве, в воду при поломке системы.

Преимущества:

- Уменьшение затрат на экспедицию, анализы, заработную плату работников наемной лаборатории;
- Возможность нахождения взаимосвязей различных показателей водохранилища;
- Улучшение результатов экологических прогнозов;
- Улучшение жизни людей, проживающих на территории прилегающих к водохранилищу через улучшение качества питьевой воды и всей экологической обстановки;
- Распространение технологии нашего устройства на длину каскада ГЭС;
- Поддержка отечественного производителя.

Мы оценили Нижегородскую ГЭС по следующим критериям устойчивого развития:

- 1) Сохранение морских экосистем. Наша система мониторинга будет определять наличие определенных химических элементов, тем самым можно будет на ранних стадиях понять, есть ли вред морским экосистемам, то есть рыбам.
- 2) Индустриализация, инновации и инфраструктура. Создание новой дистанционной системы мониторинга будет являться новым инновационным решением.
- 3) Партнерство в интересах устойчивого развития. Налаживание партнёрских отношений между федеральным и местными органами власти, Министерством природных ресурсов и экологии Российской Федерации, Федеральное агентство по рыболовству и др.
- 4) Чистая вода. Благодаря системе мониторинга мы получим больше информации о состоянии воды, причинах ее загрязнения, после чего их можно будет устранить и употреблять чистую воду.

5) Ответственное потребление и производство. обеспечение более высокого качества жизни для всех.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Экологическая оценка последствий антропогенного воздействия на экосистемы водохранилищ ГЭС становится все более актуальной в связи с ростом концентрации промышленного производства на их водосборных площадях. Очевидно, что существует насущная необходимость комплексной оценки экологических последствий строительства и эксплуатации ГЭС и поиска их устранения.
2. Проанализировав нормативно –правовую базу по водопользованию, мы выяснили, какими ГОСТами и документами регламентируется качество воды, на кого возлагается ответственность за выполнение санитарных правил возлагается в зоне водохранилища - на водопользователей. Мониторинг окружающей среды, проводящийся для оценки влияния, оказываемого существованием и эксплуатацией сооружений гидроэнергетических объектов, осуществляемый энергокомпанией (эксплуатирующей организацией), является составной частью государственного мониторинга, осуществляемого в соответствии с Федеральным законом «Об охране окружающей среды» на локальном (производственном) уровне в районе расположений источников антропогенного воздействия на состояние окружающей среды.
3. Мы рассмотрели все физические и химические показатели необходимые для анализа качества воды в водохранилище. Сделали анализ затрат на услуги независимой лаборатории, и мы поняли, как дорого обходятся такие работы и предположили, что наличие автоматизированного устройства поможет сэкономить средства.
4. Проанализировали научную литературу и информацию из интернет-источников по существующим устройствам, так модели Aquarprobe и Vulink обойдутся очень дорого, а зачем переплачивать если можно изобрести отечественный аналог?
5. Представленная нами документация прототипа устройства «ВОТОР» и расчет его стоимости от этапа производства до получения патента **полностью подтверждает нашу гипотезу** о том, что создание устройства способного автоматизировано вести мониторинг состояния воды поможет существенно уменьшить траты ГЭС на эту статью расходов.
6. Рассмотрев риски и преимущества внедрения нашего устройства, мы видим, что преимуществ несомненно больше - наша система будет собирать данные для химического анализа, подавать сигналы при повышении концентрации вредных веществ, и, как было сказано ранее, мы сможем выявлять проблему на ранней стадии ее появления, тем самым решая вопросы загрязнения водоемов, выбросов отходов и биоразнообразия. Информация, которую будет собирать система мониторинга является безопасной и открытой и будет

способствовать развитию отрасли гидроэнергетики, а в целом и региона. Наше устройство применимо к любому водохранилищу России.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. «Водный кодекс Российской Федерации» от 03.06.2006 N 74-ФЗ.
2. Распоряжение Правительства РФ от 31.12.2008 N 2054-р (ред. от 02.09.2015) «Об утверждении перечня водоемов, которые полностью расположены на территориях соответствующих субъектов Российской Федерации и использование водных ресурсов которых осуществляется для обеспечения питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения двух и более субъектов Российской Федерации».
3. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 14 марта 2002 г. N 10 "О введении в действие санитарных правил и норм «Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов питьевого назначения. СанПиН 2.1.4.1110-02».
4. [http://elib.sfu-kras.ru/bitstream/handle/2311/73435/izyat\\_salavatov\\_k\\_n.pdf?sequence=1](http://elib.sfu-kras.ru/bitstream/handle/2311/73435/izyat_salavatov_k_n.pdf?sequence=1)
5. СанПиН 3907-85. Санитарные правила проектирования, строительства и эксплуатации водохранилищ.
6. ГОСТ 2761-84 «Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения».
7. ГОСТ 17.1.5.02.80 «Гигиенические требования к зонам рекреации водных объектов».
8. ПРАВИТЕЛЬСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПОСТАНОВЛЕНИЕ от 10 сентября 2020 года N 1391 об утверждении «Правил охраны поверхностных водных объектов».
9. Санитарные правила проектирования, строительства и эксплуатации водохранилищ" (утв. Главным государственным санитарным врачом СССР 01.07.1985 N 3907-85).
10. Законопроект СТО70238424.27.140.024 - 200х «Гидроэлектростанции мониторинг состояния окружающей среды в процессе эксплуатации нормы и требования».
11. <https://poltraf-group.ru/catalog/detail/vulink/>
12. <https://volgaltd.ru/oborudovanie/analizatory-koncentracii-zagryaznyayuwiw-vewestv-v-stokah/aquaread-ap-5000/>

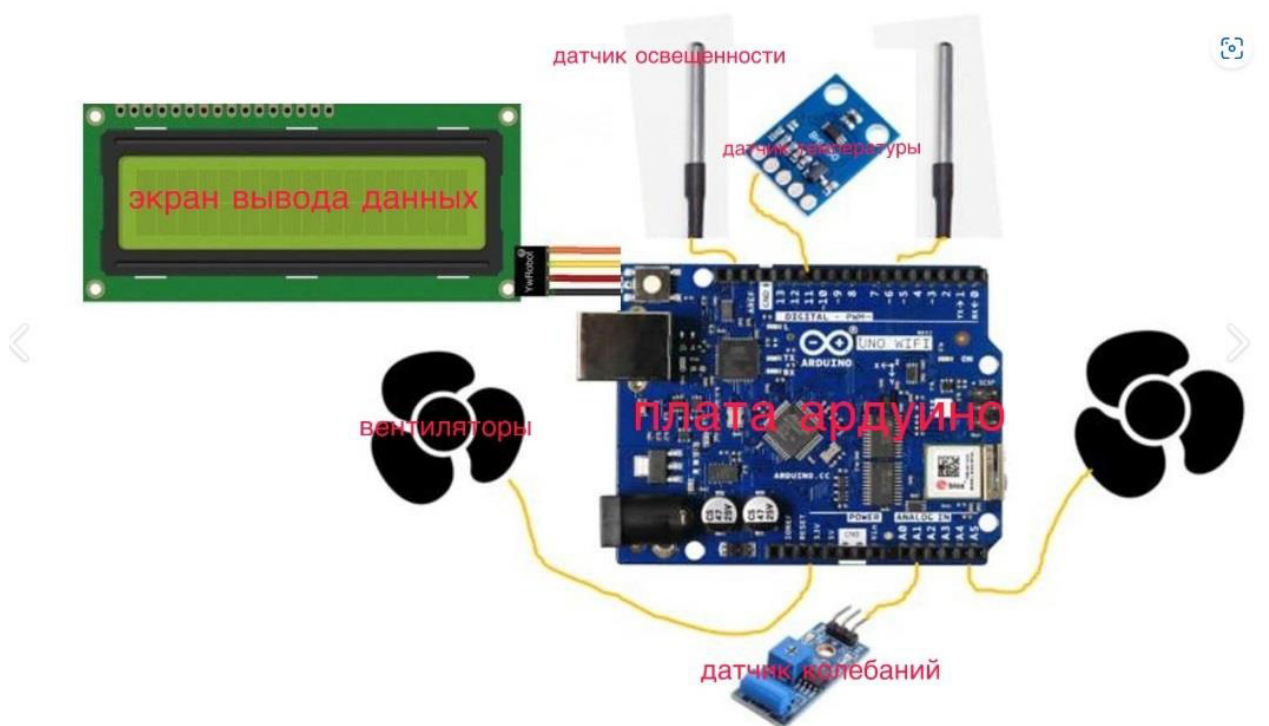
Исследуемые физические показатели и химический состав воды для мониторинга

Физические показатели	Химический состав
<ul style="list-style-type: none"> <li>• высота (амплитуда) волн;</li> <li>• замеры скоростей течения;</li> <li>• изменений уровня воды в водохранилище;</li> <li>• срок начала и конца ледостава;</li> <li>• температура воды в верхних и нижних бьефах;</li> <li>• мутность воды.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• кислород;</li> <li>• органические соединения: азот, фосфор, органический углерод и их соотношение в воде;</li> <li>• примеси загрязненных веществ;</li> <li>• метан;</li> <li>• углекислый газ;</li> <li>• гидраты;</li> <li>• карбонаты;</li> <li>• хлориды;</li> <li>• песок;</li> <li>• натрий;</li> <li>• калий;</li> <li>• сумма солей;</li> <li>• железо общее;</li> <li>• гидрокарбонаты;</li> <li>• рН;</li> <li>• сульфаты.</li> </ul>

Технический набросок анализатора «ВОТОР» для мониторинга физических показателей и химического состава воды Горьковского водохранилища



Прототип анализатора «ВОТОР» для мониторинга физических показателей и химического состава воды Горьковского водохранилища





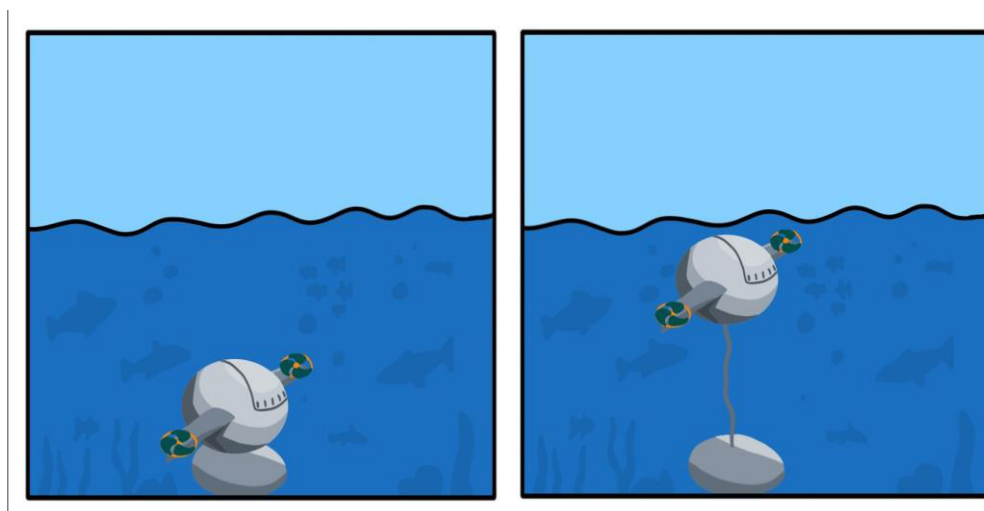
## Поэтапный план выполнения проекта «ВОТОР»

Этап	Временные затраты (месяцы)	Стоимость (рублей)
1. Создание прототипа <ul style="list-style-type: none"> <li>• Требуемые датчики: датчик вибрации SW -420 – 1шт., датчик освещённости -2 шт., датчик температуры 1 шт., датчик колебания – 1 шт.</li> <li>• Требуемые материалы: плотный пластик, вентилятор 2 шт.</li> <li>• Аккумулятор 1 шт.</li> </ul>	3	30 000,00
2. Герметизация: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Материалы: резиновая прокладка</li> </ul>	1 день	10 000,00
3. Отработка/предварительное тестирование	6	0,00
4. Дополнение устройства химическими анализаторами: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Анализатор: ИСА + по запросу</li> </ul>	3 дня	150 000,00
5. Тестирование	6	0,00
6. Корректировка системы (при выявлении проблем)	7 дней	0,00
7. Сертификация: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Особенности: при закупке оборудования следует смотреть внесены ли датчики в гос. реестр средств измерений (СИ), у каждого оборудования есть срок межинтервальное поверки. Нужно регулярно отправлять на поверку.</li> <li>• Этапы получения сертификата:               <ol style="list-style-type: none"> <li>1) подается заявка с комплектом документации;</li> <li>2) орган сертификации изучает документы и выбирает схему декларирования;</li> <li>3) проводятся лабораторные исследования и испытания образцов изделий;</li> <li>4) по результатам анализа данных проверки выдается сертификат;</li> <li>5) проводится инспекционный контроль сертифицированного объекта.</li> </ol> </li> <li>• Документы для сертификации: копии регистрационных свидетельств ОГРН и ИНН; техническую документацию на измерительное средство; инструкцию по эксплуатации и схему подключения прибора; акт лабораторных исследований и испытаний.</li> </ul>	1	30 000,00
8. Государственная регистрация изобретения и выдача патента.	5 дней	50 000,00
9. Эксплуатация и ежеквартальное техническое обслуживание	Ежемесячно	5 000,00
<b>ИТОГО:</b>	<b>1,5-2 года</b>	<b>275 000,00</b>

Измеряемые физические показатели и химический состав воды для мониторинга  
анализатором «ВОТОР»

Физические показатели	Химический состав
<ul style="list-style-type: none"><li>• высота (амплитуда) волн</li><li>• замеры скоростей</li><li>• изменений уровня воды в водохранилище</li><li>• срок начала и конца ледостава</li><li>• температура воды в верхних и нижних бьефах</li><li>• мутность</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• кислород</li><li>• органические соединения: азот, фосфор, органический углерод и их соотношение в воде</li><li>• примеси загрязненных веществ</li><li>• метан</li><li>• углекислый газ</li><li>• гидраты</li><li>• карбонаты</li><li>• Хлориды</li><li>• песок</li><li>• натрий</li><li>• калий</li><li>• сумма солей</li><li>• железо общее</li><li>• гидрокарбонаты</li><li>• рН</li><li>• сульфаты</li></ul>

Схема крепления и движения анализатора «ВОТОР» в толще воды водохранилища



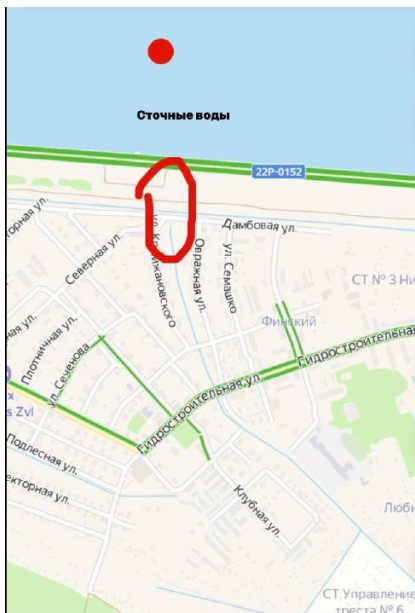
Данный прототип помещен в водонепроницаемый и ударопрочный корпус, который крепится на тяжелую платформу, которая за счет своей тяжести стоит на дне и удерживает прибор в необходимой точке водохранилища. К платформе анализатор прикреплен тросом, по которому «ВОТОР» двигается по траектории вверх-вниз для забора данных воды на разных глубинах и зарядки аккумулятора от солнечной батареи.

## Анализ стоимости цены анализаторов и услуг лаборатории

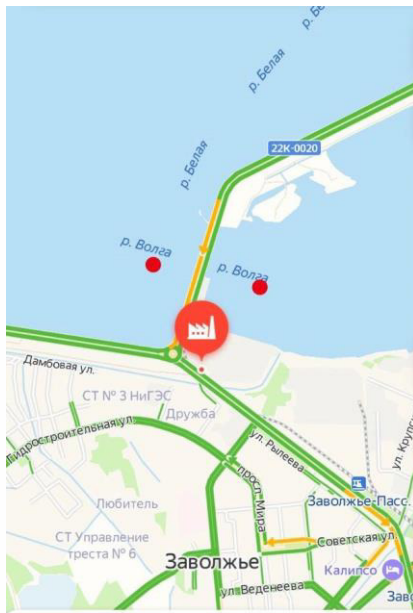
<b>Наименование</b>	<b>Стоимость за единицу (рубль)</b>	<b>Стоимость за 3 единицы (рубль)</b>	<b>Стоимость за 7 раз в год (рубль)</b>
Услуги независимой лаборатории по анализу проб воды	346 430,00	X	2 425 010,00
Телеметрическое устройство Vulink	312 000,00	936 000,00	X
Многопараметрический анализатор Aquaread модели AP-5000	374 000,00	1 122 000,00	X
Анализатор «ВОТОР»	275 000,00	825 000,00	X

Анализируя стоимость цены анализаторов и услуг лаборатории, наглядно видно, что выгодный вариант – это анализатор «ВОТОР».

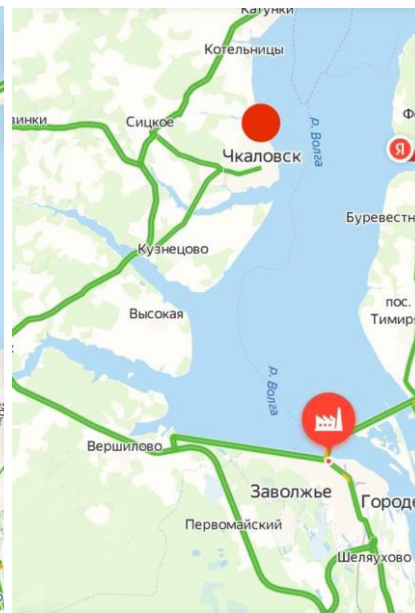
Места забора проб, а, следовательно, и установки устройства «ВОТОР»



Нижегородская гидроэлектростанция



Нижегородская гидроэлектростанция



Нижегородская гидроэлектростанция

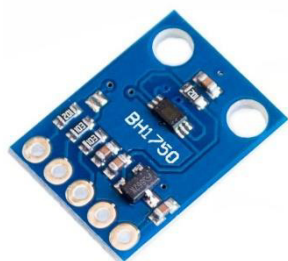
Сбор проб воды производится в верхнем и нижнем бьефе, а также в местах сброса СТОЧНЫХ ВОД

Ссылки на датчики:

<https://components101.com/sensors/sw-420-vibration-sensor-module>



<https://micro-pi.ru/bh1750-gy-302-датчик-освещенности/>



<https://honsberg.ru/datchiki-rele-potoka/s-dinamicheskoy-diafragmoj/labo-xf-s>



<https://static.chipdip.ru/lib/246/DOC004246203.pdf>

