

ОБЩЕСТВЕННЫЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ БАССЕЙНА РЕКИ КУЗЬМИХА

Автор: Зеленков Егор Алексеевич
МАОУ ДО «Дворец творчества» г. Иркутска
Бакулин Иван Дмитриевич
МАОУ Лицей ИГУ г. Иркутска,
МАОУ ДО «Дворец творчества» г. Иркутска

Руководители:
Зеленкова Наталья Александровна,
ПДО МАОУ ДО г. Иркутска
«Дворец творчества»
Яхненко Алена Сергеевна,
ПДО МАОУ ДО г. Иркутска
«Дворец творчества»

Содержание

Введение.....	3
1. Общая характеристика реки Кузьмиха. Рекогносцировочные работы.....	4
2. Антропогенное воздействие в водосборном бассейне реки Кузьмиха.....	6
3. Определение гидрохимического состава воды.....	7
3.1. Контролируемые параметры гидрохимического воздействия.....	7
3.2. Определение анионогенных синтетических поверхностно-активных веществ.....	8
3.3. Определение водородного показателя.....	10
3.4. Определение удельной электропроводимости поверхностных вод.....	12
3.5. Определение химического потребления кислорода.....	13
3.6. Определение нефтепродуктов в поверхностных водах.....	15
4. Комплексное исследование бассейна реки на нефтепродукты с определением количества взвешенного вещества.....	18
4.1. Определение количества взвешенного вещества	19
4.2. Результаты Исследований	20
5. Гидрологические измерения.....	24
Выводы и рекомендации.....	28
Список используемой литературы.....	30

Введение

В настоящее время состояние малых рек, в результате резко возросшей антропогенной нагрузки на них оценивается, как катастрофическое. Значительно сократился сток малых рек. Велико число рек, прекративших существование в последнее время, многие оказываются на пороге исчезновения. Мониторинг за состоянием малых рек не производится. Река Кузьмиха сейчас находится в очень плачевном состоянии. В нашей работе мы постарались выявить основные ее проблемы и наметить пути их решения. Работа посвящена изучению экологических проблем, связанных с вопросом: «Почему в Иркутске строят прямо в руслах рек и даже над ними?».

Актуальность исследования заключается в необходимости получения текущей информации о реальном экологическом состоянии реки.

Главной **Целью работы** являются определение изменений, которые произошли с рекой Кузьмиха, оценка антропогенного воздействия на гидрохимический состав воды.

Задачи исследования:

1. По картам, литературным источникам, публикациям, материалам из интернета выявить перемены, которые произошли с рекой Кузьмиха.
2. Исследовать состояние реки на сегодняшний день.
3. Изучить антропогенное воздействие в водосборном бассейне реки Кузьмиха.
4. Выбрать контролируемые параметры антропогенного воздействия на гидрохимический состав речных вод.
5. Исследовать гидрохимию реки Кузьмиха по контролируемым показателям.
6. Разработать рекомендации по проведению мероприятий для оздоровления реки.
7. Привлечь внимание населения к проблеме загрязнения малых рек.

Методы исследования:

1. Полевые работы (проведение рекогносцировочных работ, отбор проб).
2. Экспериментальные работы.

3. Математическое моделирование (обработка результатов измерений, их графическое отображение).

Гидрологические измерения проводятся на временном гидрологическом посту и разбитых гидрологических створах.

Исследования гидрохимического состава воды реки проводились в лаборатории ЛИН СО РАН. Отбор проб производился в июне 2023 года, октябре 2023 года.

1. Общая характеристика реки Кузьмиха. Рекогносцировочные работы

Гидрографическая сеть района исследования относится к бассейну реки Ангары. Река Кузьмиха – категория «малые водотоки».

Бассейн исследуемой реки находится на юге Иркутска в микрорайонах Юбилейный, Зеленый берег, Мельничная падь и Академгородок. Водосборный бассейн реки состоит из бассейна рек Большая Кузьмиха, ее притока Кочумиха и Малая Кузьмиха.

Малая Кузьмиха берет начало в балке у микрорайона Зеленый Берег, на юго-западной окраине г. Иркутска. Малая Кузьмиха на всей протяженности находится под влиянием гаражных кооперативов, автомоек, АЗС, стоянок.

Река Большая Кузьмиха берет начало в балке на 4 км Мельничного тракта и проходит по мкр. Юбилейный. Основной приток – река Кочумиха, впадает с левого берега на 1.4 км. По берегам реки ИСЖ, СНТ.

Русла Большой и Малой Кузьмихи сливаются в реку Кузьмиха.

Русло реки Кузьмиха канализировано. Сток реки на этих участках направлен в водопропускные сооружения под автомобильными дорогами и строительными объектами. Впадает в теплые озера и реку Ангару.

Особенностью геоморфологического строения реки является ее частое внезапное исчезновение под землю в некоторых участках, и такое же внезапное появление. Между точками ухода в подземелье и выходами из него – сухое русло, которое наполняется водой только во время весеннего паводка. Вероятнее всего это говорит о наличии суффозионных пород на дне реки.



Рис.1. «Волшебная река»

В результате рекогносцировочных работ были сделаны следующие заключения:

1. Река Кузьмиха является частью природной среды города Иркутска, формирует ландшафтный облик города, осуществляет отвод поверхностного и дренажного стоков.
2. Существующая система пойменных и прибрежных территорий на реке Кузьмиха представляет собой фрагментированную цепочку незастроенных площадей с частично сохранившимся озеленением и природными сообществами в различной стадии антропогенной дегрессии.
3. Долина реки трансформирована, подвержена эрозийным проявлениям.
4. Отдельные участки водоохранных зон захламлены, завалены деревьями и мусором.
5. Заключение реки в коллекторы нарушает непрерывность и целостность водотока.
6. Обнаружены сбросы сточных вод с АЗС, отработанных вод с автомоек.

В черте города вдоль реки нарушен регламент, установленный Водным кодексом РФ (статья 65). С 2004 года по настоящее время пересохли и исчезли два водоема в нижнем течении реки. Строительство объектов ведется непосредственно по берегам и над руслом рек, хотя ширина водоохраной зоны для рек и ручьев до 10 км длины от истока до устья устанавливается в размере 50 м.

2. Антропогенное воздействие в водосборном бассейне реки Кузьмиха

При проведении рекогносцировочных работ установлены следующие виды антропогенного воздействия в водосборном бассейне (рис. 2):

1. Сельскохозяйственное воздействие от СНТ и ИЖЛ в черте города Иркутска и р.п. Маркова – водосборный бассейн рек Кочумиха и Большая Кузьмиха;
2. Автотранспорт, АЗС, автостоянки, автомойка, автосервис – водосборный бассейн реки Малая Кузьмиха, реки Кузьмиха.

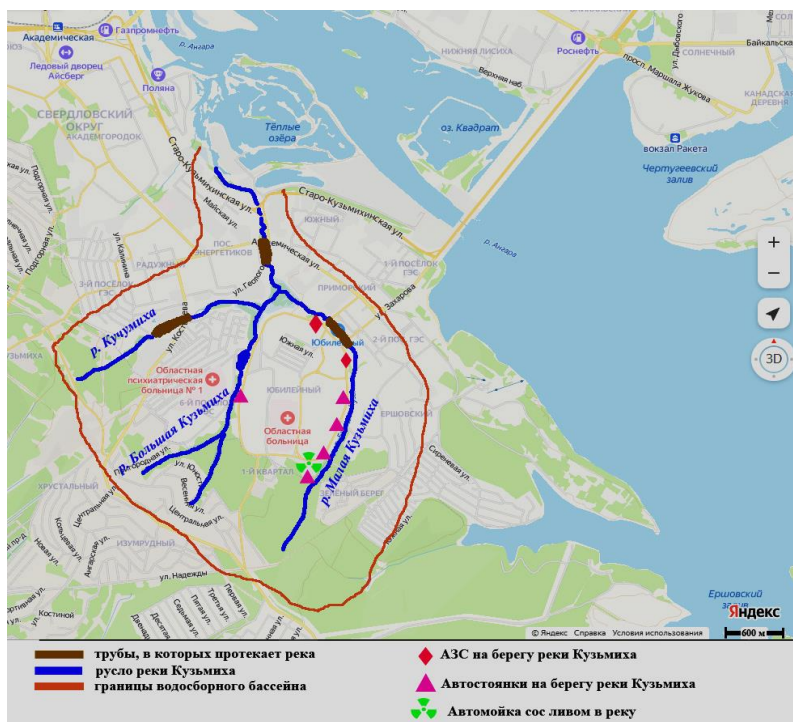


Рис. 2. Схема объектов антропогенного воздействия

Отбор проб производился в июне 2023 года. Было выбрано три станции в разных руслах (рис. 3):

Точка 1 на р. Малая Кузьмиха, в районе автозаправки БРК;

Точка 2 на р. Большая Кузьмиха, в районе искусственного пруда как место концентрирования влияния СНТ и ИЖЛ;

Точка 3 на р. Кузьмиха, устои старого железнодорожного моста, вблизи расположены автосервис и автомойка.

В каждой точке было отобрано по три повторности на расстоянии 2-5 метров друг от друга в специально подготовленную посуду (бутыли из темного стекла): 1 повторность – левый берег, 2 повторность – центр русла, 3 повторность – правый берег.



Рис.3. Схема точек отбора проб в июне 2023 года

3. Определение гидрохимического состава воды

3.1. Контролируемые параметры гидрохимического воздействия

Из Приложения № 6 (Правила выбора приоритетных показателей воды в водоисточниках в зонах влияния различных объектов хозяйственной деятельности при проведении лабораторных исследований в рамках производственного контроля) к СанПиН 2.1.3684-21 «Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических мероприятий» [14] выбраны следующие *приоритетные контролируемые показатели от нефтебаз*:

1. Нефтепродукты.
2. Синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВы).

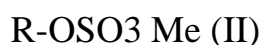
Из Таблицы № 3.3 (Обобщенные показатели качества различных видов вод, кроме технической воды) к СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и безвредности для человека факторов среды обитания» [15] нами выполнены измерения следующих *нормируемых показателей*:

1. Нефтепродукты.

2. Синтетические поверхностно-активные вещества (аСПАВы).
3. pH.
4. Химическое потребление кислорода (ХПК).
5. Удельная электропроводимость воды как косвенный показатель общей минерализации.

3.2. Определение анионогенных синтетических поверхностно-активных веществ

Анионогенные синтетические поверхностно-активные вещества (аСПАВ) представляют собой главным образом вещества двух классов – соли органических сульфокислот (I) и соли сернокислых эфиров спиртов (II) с общими формулами



Попадая в воду, аСПАВ оказывают неблагоприятное влияние на её органолептические показатели. Наиболее неприятным свойством СПАВ является их способность к пенообразованию. В пене на поверхности водоёма концентрируются как сами СПАВ, так и другие загрязняющие вещества и микроорганизмы, в том числе патогенные. При наличии пены в водоёмах ухудшается аэрация воды, следствием чего является замедление процессов самоочищения, угнетение деятельности гидробионтов.

Данное исследование мы провели, руководствуясь документом РД 52.24.368-2006 [11]. Границы характеристик погрешности результатов измерения для диапазона от 0,010 до 0,050 мг/дм³ включительно составляют 0,007 мг/дм³, для диапазона свыше 0,050 до 0,400 мг/дм³ включительно – 14%.

Для проведения анализа пробу тщательно перемешивают, отбирают цилиндром необходимую аликвоту пробы воды 100 см³ и помещают в делительную воронку. Добавляют 5 см³ раствора тартрата калиянатрия, 6 см³ раствора бис(этилендиамин)меди (II), 20 см³ хлороформа, встряхивают воронку и сразу приоткрывают пробку воронки для сброса избыточного давления. Повторяют встряхивание воронки и сброс избыточного давления до тех пор, пока давление не сравняется с атмосферным, после чего проводят экстракцию в течение 1 мин. После расслоения фаз нижний хлороформный слой сливают в делительную воронку

емкостью 100 см³, в которую предварительно вносят 25 см³ кислого раствора азура 1. Проводят повторную экстракцию в течение 1 мин. После расслоения фаз хлороформный экстракт сливают через комочек ваты, смоченной хлороформом, в мерную колбу (или градуированную пробирку) емкостью 25 см³. Промывают вату хлороформом, сливая его в ту же колбу (или пробирку), доводят объем экстракта до 25 см³ и перемешивают. Окраска хлороформного экстракта устойчива при хранении в темном месте. Оптическую плотность экстрактов измеряют фотометре. В нашем случае это был фотометр фотоэлектрический КФК-3-01 (ЗОМЗ) (рис. 4).



Рис. 4. Экстрагирование аСПАВ и измерение на спектрофотометре

Результаты измерений занесены в таблицу 1 и представлены на рисунках 5 и 6.

Таблица 1. Результаты исследований аСПАВ

Повторность проб	р. Малая Кузьмиха	р. Большая Кузьмиха	р. Кузьмиха	ПДК по [15]
	мг/дм ³			
1	0,020	0,009	0,020	0,5
2	<0,005	0,008	0,005	0,5
3	0,006	0,006	0,003	0,5

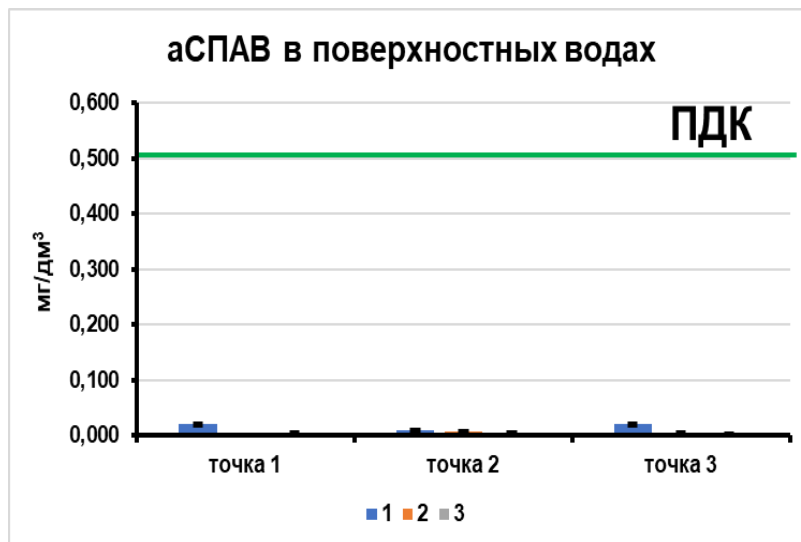


Рис.5. Диаграмма СПАВ в поверхностных водах в сравнении с ПДК

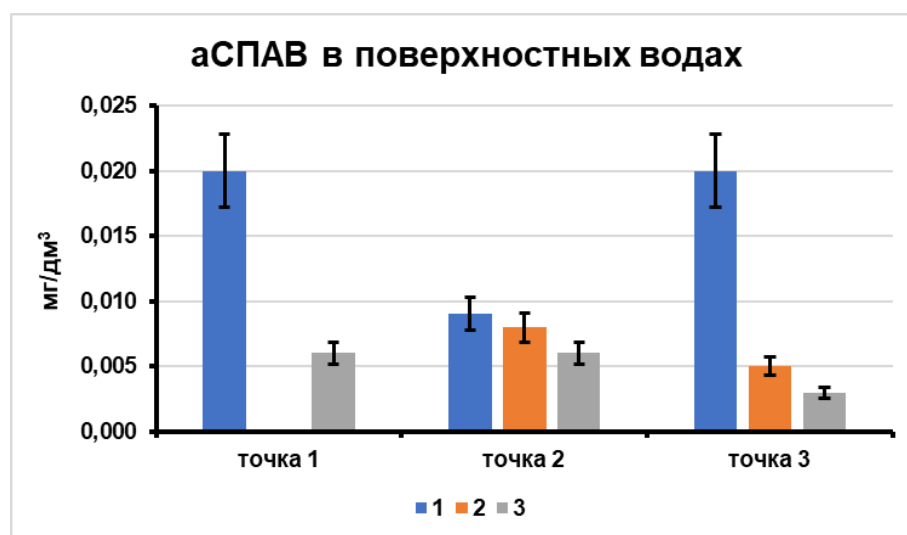


Рис.6 Диаграмма аСПАВ в поверхностных водах

По содержанию анионогенных синтетических поверхностно-активных веществ поверхностные воды трех станций различаются, но не превышения норматива ПДК не найдено.

3.3. Определение водородного показателя

pH воды – один из важнейших показателей качества вод. Величина концентрации ионов водорода имеет большое значение для химических и биологических процессов, происходящих в природных водах. От величины pH зависит развитие и жизнедеятельность водных растений, устойчивость различных форм миграции элементов. pH воды также влияет на процессы превращения

различных форм биогенных элементов, изменяет токсичность загрязняющих веществ.

Для определения водородного показателя мы воспользовались методикой выполнения измерения рН в водах реки потенциометрическим методом (ПНД Ф 14.1:2:3:121-97) с использованием рН-метра ЭКСПЕРТ-рН [8].

При определении показателя данным методом неопределенность составляет $\pm 0,10$ ед. рН. Для выполнения анализа анализируемую пробу объемом 30 см³ помещают в химический стакан вместимостью 50 см³. Электроды промывают дистиллированной водой, обмывают исследуемой водой, погружают в стакан с анализируемой пробой. При этом шарик стеклянного измерительного электрода необходимо полностью погрузить в раствор, а солевой контакт вспомогательного электрода должен быть погружен на глубину 5-6 мм. Одновременно в стакан погружают термокомпенсатор. Через определенное время на экране будет виден результат измерений.

Результаты занесены в таблицу 2 и представлены на рисунке 8.



Рис.7. Измерение рН и УЭП в пробах речных вод

Таблица 2. Результаты определения водородного показателя

Повторность проб	р. Малая Кузьмиха	р. Большая Кузьмиха	р. Кузьмиха	норматив в пределах по [15]
	ед. рН			
1	7.25	7.71	7.90	6.0-9.0
2	7.23	7.75	7.84	6.0-9.0
3	7.24	7.68	7.87	6.0-9.0
СРЕДНЕЕ	7.24	7.71	7.87	6.0-9.0

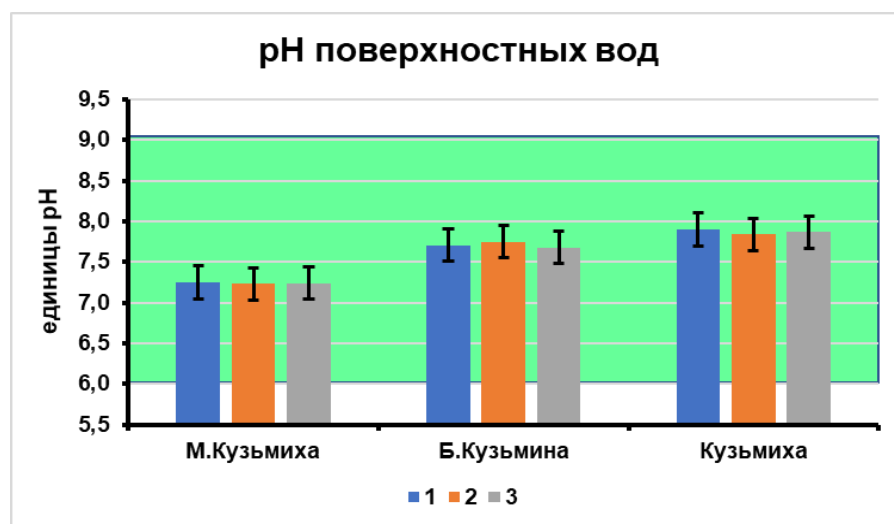


Рис.8. Диаграммы pH поверхностных вод

Водородный показатель находится в диапазоне норматива в водах всех трех станций, но более щелочными водами характеризуются реки Большая Кузьмиха и Кузьмиха.

3.4. Определение удельной электропроводимости поверхностных вод

Электропроводимость – это численное выражение способности водного раствора проводить электрический ток. Электрическая проводимость природной воды зависит от концентрации растворенных минеральных солей и температуры. Природные воды представляют в основном растворы смесей сильных электролитов. Минеральную часть воды составляют ионы Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , SO_4^{2-} , Cl^- , HCO_3^- . Этими ионами и обуславливается электропроводность природных вод. Присутствие других ионов, например, Fe^{3+} , Fe^{2+} , Mn^{2+} , Al^{3+} , SO_3^{2-} , HPO_4^{2-} не сильно влияет на электропроводность, если эти ионы не содержатся в воде в значительных количествах.

Для определения удельной электропроводимости нам был использован кондуктометр АНИОН-4100, неопределенность измерений согласно руководству [13] – $\pm 2\%$.

Для выполнения анализа анализируемую пробу заливали в кондуктометрическую ячейку и ожидали результата измерений на экране.

Результаты представлены в таблице 3 и на рисунке 9.

Таблица 3. Результаты определения удельной электропроводимости

Повторность проб	р. Малая Кузьмиха	р. Большая Кузьмиха	р. Кузьмиха
	мкСм/см		
1	731	553	569
2	717	570	576
3	705	562	584
СРЕДНЕЕ	718	562	576

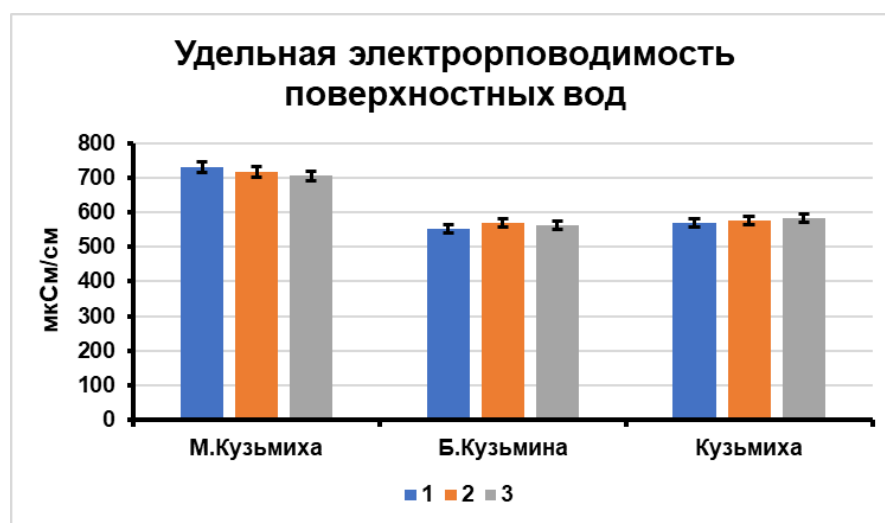


Рис.9. Диаграмма Удельная Электропроводимость

УЭП поверхностных вод свидетельствует о более высокой минерализации реки Малая Кузьмиха.

3.5. Определение химического потребления кислорода

ХПК – это величина, характеризующая содержание в воде органических и минеральных веществ, окисляемых одним из сильных химических окислителей при определенных условиях. Состав органических веществ в природных водах формируется под влиянием многих факторов. К числу важнейших относятся внутриводоемные биохимические процессы продуцирования и трансформации, поступления из других водных объектов, с поверхностным и подземным стоком, с атмосферными осадками, с промышленными и хозяйственно-бытовыми сточными водами.

Образующиеся в водоеме и поступающие в него извне органические вещества весьма разнообразны по своей природе и химическим свойствам, в том

числе по устойчивости к действию разных окислителей. Соотношение содержащихся в воде легко и трудноокисляемых веществ в значительной мере влияет на окисляемость воды в условиях того или иного метода ее определения.



Рис. 10 Определение ХПК в химической лаборатории ЛИН СО РАН

Для анализа была использована методика определения бихроматной окисляемости (химического потребления кислорода) в пробах природных, питьевых и сточных вод фотометрическим методом с применением анализатора жидкости «Флюорат-02» ПНД Ф 14.1:2:4.190-2003 (издание 12) [9].

Для определения одновременно анализируют не менее двух аликвот пробы воды (параллельные пробы) и перед их отбором пробу тщательно перемешивают. Аликвоты воды объемом 2 см^3 помещают в стеклянные виалы, заполненные реагентом с бихроматом калия. Виалы плотно закрывают завинчивающимися крышками и перемешивают растворы. Помещают виалы в термореактор, предварительно нагретый до температуры 150°C , и выдерживают в течение 2 часов. Осторожно вынимают съемную часть штатива термореактора вместе со всеми виалами и охлаждают в вытяжном шкафу. Через 20 мин содержимое виал перемешивают и охлаждают до комнатной температуры. Перед измерением наружные поверхности стеклянных виал протирают сначала слегка увлажненной, а затем сухой салфеткой. Виалу с исследуемым раствором помещают в кюветное отделение анализатора. Определяют значение ХПК на предварительно отградуированном по 8.4 анализаторе жидкости «Флюорат-02» в режиме «Измерение».

Результаты измерений занесены в таблицу 4 и представлены на рисунке 11.

Таблица 4. Результаты Определения химического потребления кислорода

Повторность проб	р. Малая Кузьмиха	р. Большая Кузьмиха	р. Кузьмиха	ПДК
	мгО/дм ³			
1	17.9	3.75	24.9	30.0
2	7.15	14.7	20.5	30.0
3	15.2	25.7	16.9	30.0

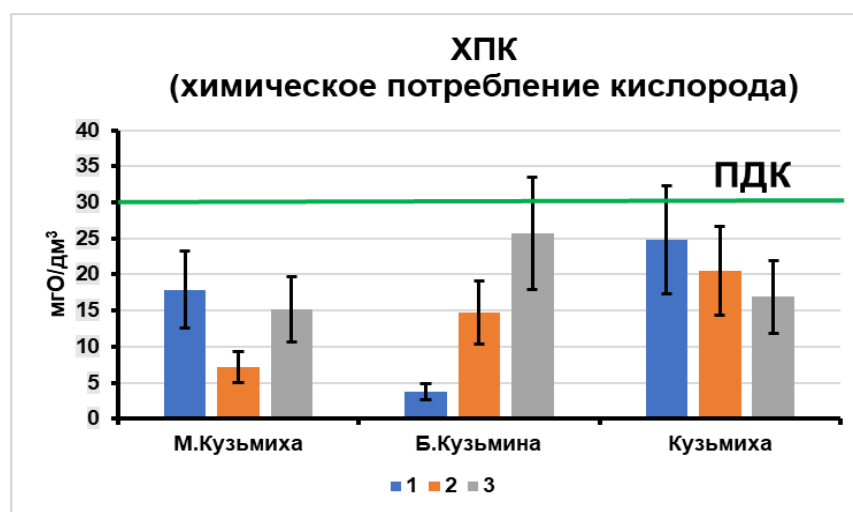


Рис.11. Диаграмма ХПК

По величине ХПК поверхностные воды очень разнятся, но превышений норматива ПДК не найдено. Такой разброс по трем повторным пробам, отобранным в одной точке, предположительно свидетельствует о разном содержании взвешенных частиц от одной повторности к другой. Вероятнее всего, органические вещества находятся во взвеси.

3.6. Определение нефтепродуктов в поверхностных водах

Нефтяное загрязнение является одним из ведущих факторов антропогенного воздействия на водные экосистемы. Нефть и нефтепродукты являются наиболее опасными загрязнителями водной среды, которые затрудняют все виды водопользования, оказывают отрицательное воздействие на трофические связи и круговороты веществ, загрязняют берега. Также приводят к ухудшению физических (цвет, рН, вязкость) и органолептических (вкус, запах) свойств воды. В токсикологическом отношении нефть – это неспецифический групповой токсикант переменного состава, который относится к категории слаботоксичных и/или

умеренно токсичных веществ. Наибольшую опасность для живых организмов представляют растворимые моноциклические ароматические углеводороды и устойчивые высокомолекулярные полиароматические углеводороды.

Для определения нефтяными загрязнениями нами была использована методика измерений массовой концентрации нефтепродуктов (далее НП) в пробах природных, питьевых, сточных вод флуориметрическим методом на анализаторе жидкости «Флюорат 100Р АТ-02» (М 01-05-2012) (ПНД Ф 14:1:2:4.128-98, издание 2012 года) [7]. Настоящий документ устанавливает методику измерений массовой концентрации нефтепродуктов в пробах природных (включая морские), питьевых и сточных вод флуориметрическим методом на анализаторе жидкости «Флюорат-02».

Диапазон измерений массовой концентрации нефтепродуктов составляет от 0,005 до 50 мг/дм³.

Определению нефтепродуктов не мешают жиры и гуминовые вещества. Методика не предназначена для анализа проб природных (включая морские), питьевых и сточных вод, загрязнённых различными бензинами, керосинами, а также индивидуальными веществами – продуктами газоперерабатывающих заводов и предприятий оргсинтеза.

Относительная расширенная неопределенность измерения по данной методике составляет: 50% в диапазоне от 0,005 до 0,010 мг/дм³ включительно, 35% в диапазоне от 0,010 до 0,50 мг/дм³ включительно и 25% в диапазоне от 0,50 до 50 мг/дм³ включительно.



Рис. 12. Определение нефтепродуктов в лаборатории ЛИН СО РАН

Ход анализа: мерной колбой вместимостью 100 см³ отбирают аликвоту пробы, помещают в коническую колбу и приливают 10 см³ гексана. Смесь

экстрагируют, интенсивно встряхивая 1-3 мин. Затем экстрагированную пробу воды переносят в делительную воронку вместимостью 250 см³, отстаивают до появления прозрачного верхнего слоя, водный слой сливают из воронки. Гексановый экстракт переносят в кювету через верхнюю часть делительной воронки и измеряют массовую концентрацию НП в экстракте на анализаторе жидкости «Флюорат-02» в режиме «Измерение».

При проведении анализа массовую концентрацию НП в пробе воды (X, мг/дм³) вычисляют по формуле:

$$x = \frac{C_{изм} \times V_{г} \times K_i}{V_{пр}}, \text{ где}$$

$C_{изм}$ – массовая концентрация НП в гексановом экстракте пробы, мг/дм³;

$V_{г}$ – объем гексана, взятый для экстракции, см³ (10 см³);

$V_{пр}$ – объем пробы, см³;

K_i – коэффициент разбавления экстракта (соотношение объемов мерной колбы и аликвоты экстракта). В нашем случае всегда $K_i = 1$.

Результаты измерений занесены в таблицу 5 и представлены на рисунке 13.

Таблица 5. Результаты измерений содержания нефтепродуктов

Повторность проб	р. Малая Кузьмиха	р. Большая Кузьмиха	р. Кузьмиха	ПДК по [14]
	мг/дм ³			
1	0,248	0,033	0,178	0,100
2	0,053	0,028	0,195	
3	0,047	0,043	0,107	

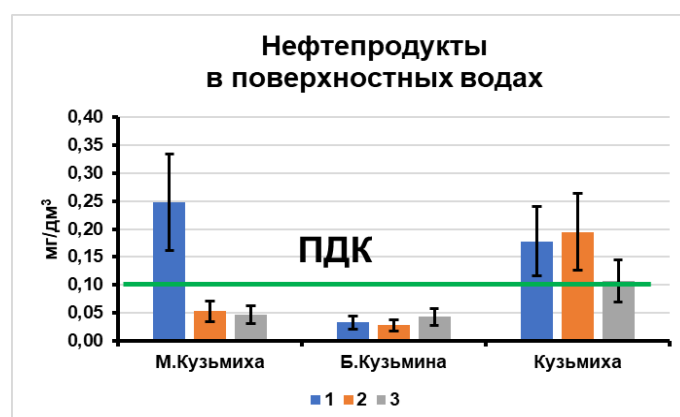


Рис. 13 Диаграмма. Нефтепродукты в поверхностных водах

На диаграмме видно, что самое высокое содержание нефтепродуктов (превышающее ПДК в 2.5 раза) отмечено в пробе воды, отобранной у берега в непосредственной близости от автозаправки БРК. В водах реки Кузьмиха также отмечено превышение уровня ПДК (от 1,1 ПДК до 2 ПДК), что свидетельствует о поступлении нефтепродуктов с территории автосервиса.

Изменчивость содержания нефтепродуктов в трех повторностях воды на одной станции может говорить о том, что нефтепродукты сорбируются на взвеси, которая в свою очередь оседает в донные отложения. С учетом нашего предположения, в дальнейшем исследовании мы запланировали проводить анализ двух типов вод – фильтрованных и нефилтрованных, а также оценку количества взвешенного вещества.

По результатам отбора проведенных исследований можно сделать вывод, что содержание аСПАВ, рН и ХПК в исследуемых пробах воды не превышает установленных нормативов. Но отмечается превышение ПДК по содержанию нефтепродуктов в районе АЗС БРК и автосервиса «Кузьмиха-Сервис». Для изучения распределения НП в воде водотоков, в октябре 2023 года было проведено дополнительное комплексное исследование бассейна реки на нефтепродукты.

4. Комплексное исследование бассейна реки на нефтепродукты с определением количества взвешенного вещества

Для дальнейшего проведения исследования распределения нефтепродуктов по в водах рек Малая Кузьмиха, Большая Кузьмиха и Кузьмиха было отобрано 30 проб воды по разным участкам русла с учетом расположения предположительных источников антропогенного воздействия. Отбор проб проводились в октябре 2023 года согласно ГОСТ 17.1.5.05-85 «Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб поверхностных и морских вод, льда и атмосферных осадков» [5].

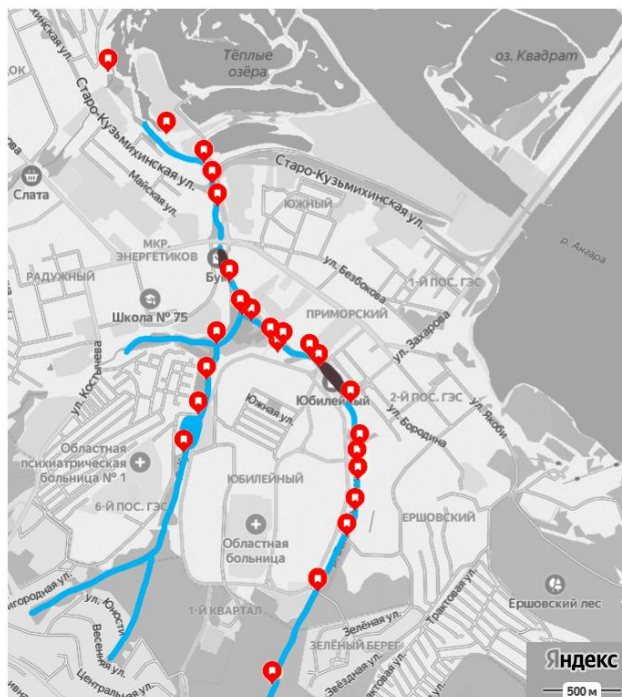


Рис.14. Схема мест отбора проб (октябрь 2023)

4.1. Определение количества взвешенного вещества

Для определения количества взвеси в пробах воды мы пользовались методикой ПНД Ф 14.1:2:4.254-09) [10]. измерений массовых концентраций взвешенных и прокаленных взвешенных веществ в пробах питьевых, природных и сточных вод гравиметрическим методом. Методика определения взвешенных веществ основана на выделении их из пробы путем фильтрования воды через предварительно взвешенный бумажный или мембранный фильтр и измерении массы осадка на фильтре, высушенного до постоянной массы при $(105 \pm 2) ^\circ\text{C}$.

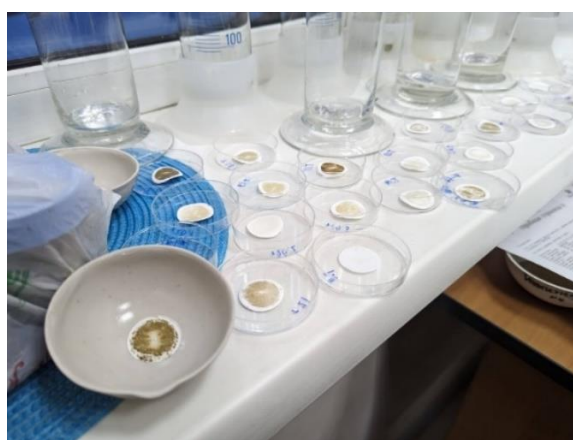


Рис.15. Определение взвешенных веществ в лаборатории ЛИН СО РАН

4.2. Результаты исследования

Для определения нефтяными загрязнениями нами была использована методика [7], описанная в главе 3 данной работы.

Точки отбора проб по руслу реки Большая Кузьмиха представлены на рисунке 16. Результаты измерений занесены в таблицу 6 и представлены на рисунке 17.

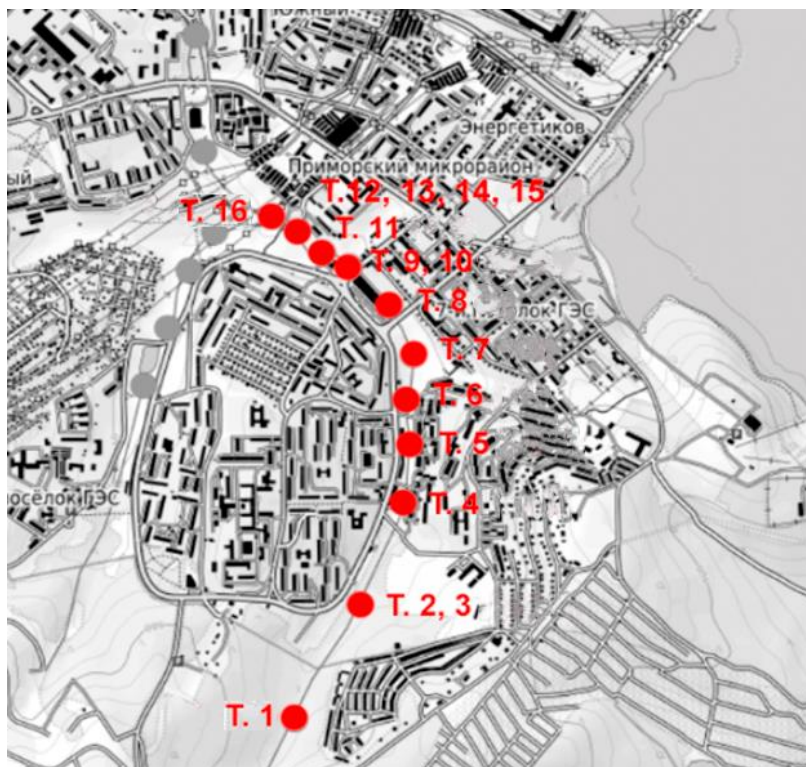


Рис.16. Точки отбора проб (Малая Кузьмиха)

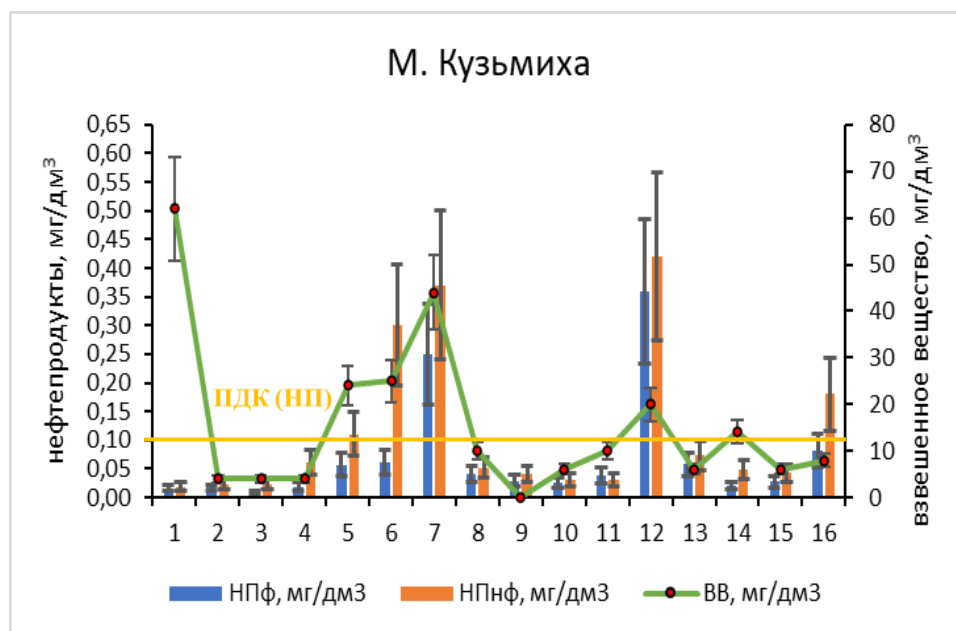


Рис.17. Диаграмма. НП в поверхностных водах реки Малая Кузьмиха

Таблица 6. Результаты измерений содержания НП в пробах реки Малая Кузьмиха

Точки отбора проб	Нефтепродукты в фильтрованной воде (НПф), мг/дм ³	Нефтепродукты в нефилтрованной воде (НПнф), мг/дм ³	ПДК по [14]	Взвешенные вещества (ВВ), мг/дм ³
1	0,016	0,019	0,100	62
2	0,017	0,023		4
3	0,008	0,023		4
4	0,019	0,061		4
5	0,057	0,110		24
6	0,061	0,301		25
7	0,250	0,370		44
8	0,041	0,052		10
9	0,029	0,040		0
10	0,025	0,031		6
11	0,039	0,031		10
12	0,360	0,420		20
13	0,058	0,073		6
14	0,020	0,048		14
15	0,027	0,043		6
16	0,082	0,180		8

На диаграмме (Рис.17) видно, что самое высокое содержание нефтепродуктов (превышающее ПДК) отмечается в пробах воды, отобранных у берега в непосредственной близости от автостоянок (точки 5, 6). Также превышение содержания ПДК по НП выявлено вблизи АЗС БРК (точка 7), свалки бытовых отходов (точка 12) и в месте слияния реки Малая Кузьмиха с Большой Кузьмихой (точка 16). Обращает внимание тот факт, что содержание нефтепродуктов в нефилтрованной воде как правило выше, чем в фильтрованной, что может подтвердить высказанную ранее гипотезу о сорбции нефтепродуктов на взвешенные частицы.

Точки отбора проб по руслу реки Большая Кузьмиха представлены на рисунке 18. Результаты измерений занесены в таблицу 7 и представлены на рисунке 19.

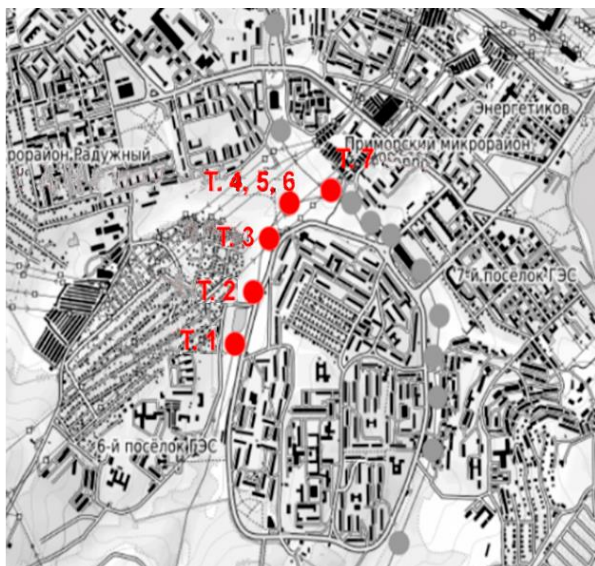


Рис.18. Точки отбора проб (Большая Кузьмиха)

Таблица 7. Содержание НП в пробах реки Большая Кузьмиха

Точки отбора проб	НПф, мг/дм ³	НПнф, мг/дм ³	ПДК по [14]	ВВ, мг/дм ³
1	0,047	0,229	0,100	116
2	0,080	0,092		16
3	0,035	0,045		6
4	0,036	0,030		6
5	0,023	0,028		4
6	0,031	0,033		8
7	0,039	0,054		2

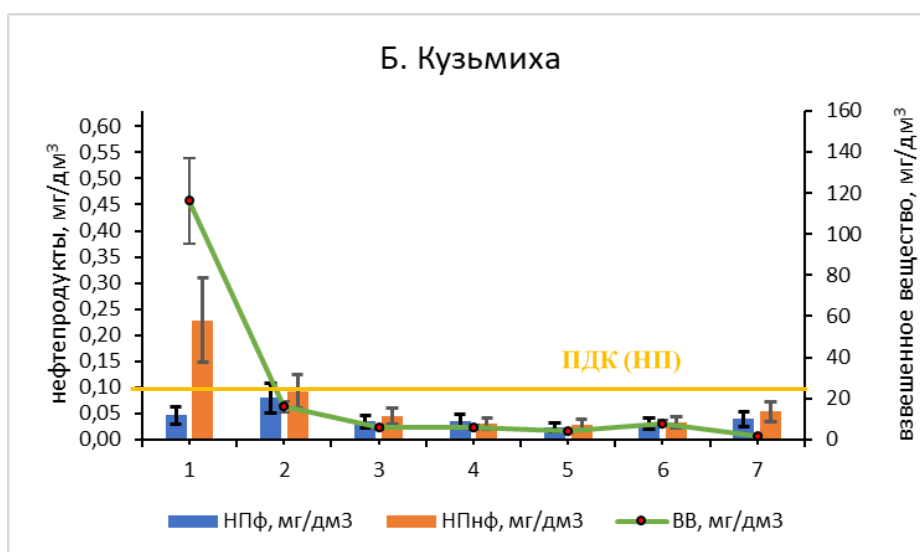


Рис.19. Диаграмма. НП в поверхностных водах реки Большая Кузьмиха

По результатам исследований можно отметить, что превышение ПДК наблюдается только в точке 1, которая находится рядом с автостоянкой. Отмечается, что в водах реки Большая Кузьмиха содержание нефтепродуктов низко, по сравнению с рекой Малая Кузьмиха. Это объясняется малым количеством автотранспортных загрязняющих организаций.

Точки отбора проб по реке Кузьмиха представлены на рисунке 20. Результаты измерений занесены в таблицу 8 и представлены на рисунке 21.

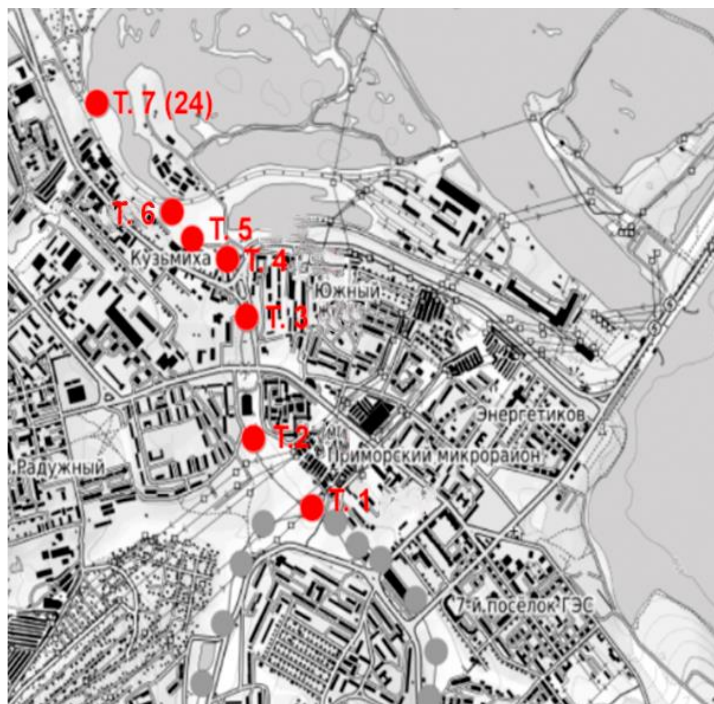


Рис.20. Точки отбора проб (Кузьмиха)

Таблица 8. Содержание НП в пробах реки Кузьмиха

Точки отбора проб	НПф, мг/дм ³	НПнф, мг/дм ³	ПДК по [14]	ВВ, мг/дм ³
1	0,131	0,248	0,100	20
2	0,058	0,101		6
3	0,160	0,248		12
4	0,164	0,289		2
5	0,158	0,284		6
6	0,165	0,452		46
7	0,053	0,067		2

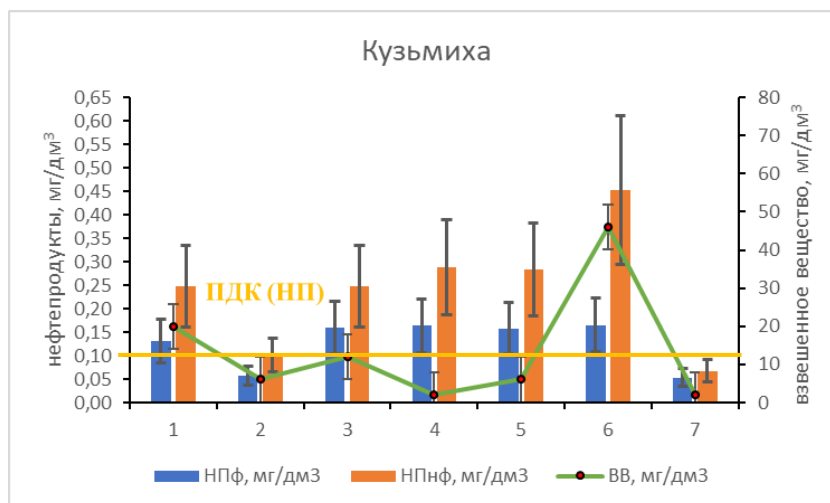


Рис.21. Диаграмма. НП в поверхностных водах реки Кузьмиха

По результатам проведенного измерения установлено превышение ПДК по НП почти во всех точках по реке Кузьмиха. Вероятнее всего, это можно объяснить как размещением по берегам этой реки автосервисов, гаражей и автостоянок, так и поступлением нефтепродуктов с водами Малой Кузьмихи. Значительное превышение ПДК (в 3 раза) наблюдается в зоне влияния «Сантехника Мауро» (точка 6).

5. Гидрологические измерения

Для оценки степени влияния загрязнения реки Ангары нефтепродуктами, содержащимися в реке Кузьмиха, был проведен ряд гидрологических измерений. Для оценки были использованы результаты гидрологических измерений на временном гидрологическом посту на реке Кузьмиха

Для выбора места расположения поста было проведено рекогносцировочное обследование участка реки, от объездной дороги микрорайона Юбилейный, до центральной магистрали по улице Академической. Соответствующее место нашлось в 540 метрах от школы и 73,5 метрах от большого торгового центра «БУМ». Рядом с пешеходным мостом, соединяющим микрорайоны Энергетиков и Южный.

Поскольку река малая, с узким руслом и спокойным течением, не глубокая, рядом находится пешеходный мост через реку выбран речный тип поста.



Рис. 22. Схема расположения временного гидрологического поста.

При открытии гидрологического поста выполнены следующие работы: установка реперов, нивелирование берегов и промеры глубин, установлена водомерная рейка, проведено нивелирование поста (основного и контрольного реперов, водомерной линейки), разбит гидроствор.

Нивелирование берегов реки для определения уровня 0 поста проведено полуинструментальным методом. Привязка плановая и высотная. Плановую привязку основного и контрольного реперов выполнил специалист ОАО «Востсибтранспроект» с помощью тахеометра GeomaxZTS 605 LR. Основной репер имеет координаты $52^{\circ}13'59''$ с.ш. и $104^{\circ}17'39''$ в.д. и высоту 441,04 м. Контрольный репер координаты $52^{\circ}13'58''$ с.ш. и $104^{\circ}17'38''$ в.д. и высоту 440,58 м. Водомерная рейка имеет координаты $52^{\circ}13'59''$ с.ш. и $104^{\circ}17'39''$ в.д. и высоту 437,42 м – это нулевой уровень гидрологического поста.

От основного репера по берегу и руслу реки измерение высот точек берегов проведено методом ватерпасовки.



Рис.23. Привязка гидрологического поста к системе высот

Справочные данные по учебному гидрологическому посту реки Кузьмиха

Координаты гидропоста: $52^{\circ}13'59''$ с.ш. и $104^{\circ}17'39''$ в.д.

Расстояние от устья: 1,2км

Отметка нуля водомерного поста (в Балтийской системе высот): 437,42 м

После активной застройки территории гидрологические характеристики сильно изменились.

Нами разработана программа наблюдений за уровнем воды на посту. Наблюдения проводятся в летний период времени один раз в сутки в 8 часов утра.

За непродолжительный период наблюдений можно сделать вывод, что высокий уровень воды наблюдается в апреле-мае, в период интенсивного таяния снега, далее остаются практически неизменными.

Измерение расхода воды в реке производилось методом поплавков (РД52.08.897-2020. П 8.8.9) [12].

Для определения расхода небольшого потока поплавками выбирают прямолинейный участок, имеющий примерно одинаковую глубину и ширину на протяжении не менее тройной его ширины. Скорости течения на таком участке должны быть равномерными. Перпендикулярно оси потока разбивают и закрепляют вешками верхний, средний и нижний створы. Выше верхнего створа намечают пусковой створ. По линии среднего створа А'В' на расстоянии L1 промеряют глубины $h_1, h_2, h_3, \dots, h_{(n-1)}$ и определяют площадь живого сечения потока F по формуле:

$$F = \frac{B_1 h_1}{2} + \frac{B_2 (h_1 + h_2)}{2} + \frac{B_3 (h_2 + h_3)}{2} + \dots + \frac{B_n * h_n - 1}{2}$$

На участке между верхним и нижним створами определяют при помощи поплавков среднюю поверхностную скорость потока. Время проплыва t (мин) поплавками расстояния L(м) от верхнего до нижнего створов определяют по секундомеру. Поплавки пускаются с вспомогательного створа с расчетом определения не менее по 3 поплавкам скорости в середине потока V1, у правого берега V2, и у левого V3. Средняя поверхностная скорость потока рассчитывается по формуле:

$$V = \frac{V_1 + V_2 + V_3}{3}$$

Расход водного потока определяется по формуле:

$Q=kVF$, где F – площадь сечения потока, V – средняя поверхностная скорость потока, k – коэффициент перехода от средней поверхностной скорости течения к средней скорости потока, равный 0,80-0,85. Точность составляет 8-15%.



Рис.24 Гидрологические измерения на реке Кузьмиха

Проведенные нами исследования реки в летние и осенние месяцы в период с 2019 по 2023 год представлены в таблице 9.

Таблица 9. Гидрологические характеристики реки Б. Кузьмиха

Основные параметры реки	2019	2020	2021	2022	2023
<i>Ширина, м</i>	1,44	1,34	1,48	1,30	1,36
<i>Глубина, м</i>	0,52	0,62	0,61	0,58	0,48
<i>Средняя поверхностная скорость течения, м/с</i>	0,44	0,59	0,39	0,52	0,77
<i>Средняя скорость потока, м/с</i>	0,37	0,50	0,33	0,44	0,65
<i>Расход воды, м³/с</i>	0,27	0,42	0,30	0,33	0,42
<i>Годовое количество осадков, мм</i>	490	594	558	390	

Расход воды в 2020 и в 2023 увеличился, что вероятнее всего можно объяснить большим количеством осадков летом этого года.

Следует отметить, что за последние 50 лет расход воды в реке уменьшился почти в 10 раз.

Сопоставив данные о массовой концентрации нефтепродуктов в пробе, отобранной около гидрологического поста, с данными расхода воды, можно оценить сток нефтепродуктов в Ангару.

По данным наших измерений, в точке 2 на реке Кузьмиха средняя концентрация НП составляет 0,080 мг/дм³, или 0,080 г/м³.

В 2023 году расход воды составил 0,42 м³/с. В сутки это 36288 м³, а в год – 13245120 м³.

Так, сток нефтепродуктов за сутки составляет 2903 г/сут., а в год – 1 059, 609 кг/год или 1,06 т/год.

Выводы и рекомендации

Малым рекам принадлежит исключительно важная роль в биосфере. Они в силу своей природной уязвимости в первую очередь реагируют на хозяйственную деятельность человека – на вырубку лесов, распашку, осушение, орошение, они обладают более низкой способностью к самоочищению, быстрее загрязняются. Проблема чистой воды – одна из острейших в мире. Необходимо беречь и охранять водные ресурсы.

В настоящее время решить экологические проблемы малых рек одними только природоохранными мерами невозможно. Необходима разработка и осуществление специальных инженерных мероприятий. Очевидно, что успех данной деятельности возможен только в том случае, если усилия экологов и инженеров объединены в единой программе экологического обустройства. В этом вопросе неоспорима роль общественного экологического мониторинга.

Проведя ряд исследований, мы можем сделать выводы

1. Содержание аСПАВ, рН и ХПК в исследуемых пробах речных вод не превышает установленных нормативов.
2. Показатель ХПК отражает наличие органического вещества, вероятнее всего, связанного со взвесью.
3. Отмечается превышение ПДК по нефтепродуктам в районе АЗС, автостоянок, автосервисов и свалок бытового мусора.
4. Расход воды в реке Большая Кузьмиха за последние 50 лет уменьшился в 10 раз.

5. Сток нефтепродуктов в год в Ангару составляет 1,06 т/год.
6. Вода реки может использоваться только в рекреационных целях.

В ближайших планах дальнейшей работы:

1. Установить, есть ли загрязнение аСПАВами в выходах грунтовых вод в долине реки Малая Кузьмиха.
2. Предоставить полученные данные исследований в контролирующие органы экологической безопасности.

Рекомендации:

1. Продолжить интеллектуальное волонтерство по данному водному объекту.
2. Продолжить мониторинг гидрологического состояния реки.
3. Продолжить реализацию комплекса мероприятий по оздоровлению реки и благоустройству прибрежной территории с участием землепользователей и партнеров (укрепление склонов через посадку зеленых насаждений, проведение экологических субботников, организацию профилактических мероприятий).
4. Продолжить мониторинг гидрологического состояния реки.

.....

*Все ли мы понимаем, какое это сокровище – речка? И как оно уязвимо, это сокровище?! Можно заново построить разрушенный город. Можно посадить новый лес, выкопать пруд. Но живую речку, если она умирает, как всякий живой организм, сконструировать невозможно. **Своей работой мы хотим обратить внимание общественности к проблеме исчезновения малых рек.***

Список используемой литературы

1. Атлас развития Иркутска. – Иркутск: Изд-во Ин-та географии СО РАН, 2011. – 131 с.
2. Большаков А.Г. Принципы организации прибрежных территорий как экологического каркаса территорий // Известия ИГУ. Сер. Биология. Экология. Том 4, №2 (10), 2011. – С.5-11.
3. Водный кодекс РФ / Кодексы и законы РФ.
4. Гидрологический ежегодник 1971 г. Том 7 Бассейн Карского моря (Восточная часть) Вып. 2-4. Бассейн реки Ангары.
5. ГОСТ 17.1.5.05-85 «Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб поверхностных и морских вод, льда и атмосферных осадков».
6. «Инженерно-гидрометеорологические изыскания малой реки Кузьмиха на территории г. Иркутска», Книга 1, Санкт-Петербург 2004 .
7. ПНД Ф 14.1:2:4.128-98 издание 12 Методика измерений массовой концентрации нефтепродуктов в пробах природных, питьевых, сточных вод флуориметрическим методом на анализаторе жидкости «Флюорат 100Р АТ-02» (М 01-05-2012).
8. ПНД Ф 14.1:2:3:121-97 Методика выполнения измерения рН в водах реки потенциометрическим методом с использованием рН-метра ЭКСПЕРТ-рН.
9. ПНД Ф 14.1:2:4.190-2003 Методика определения бихроматной окисляемости (химического потребления кислорода) в пробах природных, питьевых и сточных вод фотометрическим методом с применением анализатора жидкости «Флюорат-02». (издание 12).
10. ПНД Ф 14.1:2:4.254-09 Методика измерений массовых концентраций взвешенных и прокаленных взвешенных веществ в пробах питьевых, природных и сточных вод гравиметрическим методом.
11. РД 52.24.368-2006 Массовая концентрация анионных синтетических поверхностно-активных веществ в водах. Методика выполнения измерений экстракционно-фотометрическим методом.
12. РД 52.08.897-2020 Производство наблюдений приборным комплексом мобильной гидрологической лаборатории.

- 13.Руководство по эксплуатации анализатора лабораторного серии Анион 4100 ИНФА.421522.002 РЭ.
- 14.СанПиН 2.1.3684-21, «Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических мероприятий».
- 15.СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и безвредности для человека факторов среды обитания».