

Научно-исследовательская работа

Химия

ЗАГРЯЗНЕНИЕ МАЛЫХ РЕК ПРИКАМЬЯ

Работу выполнил:

Зеленин Михаил Геннадьевич

студент 2 курса групп ТПС-9-19

ПГПОУ «Пермский агропромышленный техникум», Россия, г. Пермь

Руководитель:

Носков Николай Григорьевич

преподаватель химии

ПГПОУ «Пермский агропромышленный техникум», Россия, г. Пермь

Введение

Значение малых рек огромно: это и поддержание экологического баланса, и поддержание качества окружающей среды. Малые реки вносят разнообразие в ландшафтный облик города. Кроме того, проблемы малых рек не стоит недооценивать хотя бы потому, что любая крупная река формируется из малых. Такие реки участвуют в отводе ливневых вод, зачастую становятся источником водоснабжения, выполняют рекреационные функции. Самая главная проблема, с которой мы сталкиваемся — загрязнение малых рек. Не менее существенные проблемы — застройка прибрежных зон, сброс отходов в долины, обвалы грунта. Большинство малых рек сегодня классифицируются как грязные. Например, в реке Кизел содержание марганца и железа превышает допустимую концентрацию в 200 и более раз.

Хозяйственная деятельность человека существенно влияет на истощение водных ресурсов. Развитие техники, науки, изменения в обществе заставляли думать, что человек — властелин природы, но многие изменения окружающей среды при быстром и не управляемом развитии цивилизации оказались чувствительными для человека. Благодаря технике человек может брать от природы все, что ему нужно, практически не ощущая того, что это вредит другим живым существам, в том числе и воде. Сотни предприятий выбрасывают вредные вещества в атмосферу и водоёмы, в результате чего гибнут животные и растения, загрязняются водоёмы. Сегодня перед всеми людьми стоят глобальные проблемы. Их нерешенность угрожает самому существованию человечества. Масштабы загрязнения и истощения водных ресурсов в настоящее время приняли угрожающий характер.

Актуальность нашей темы обоснована процессами, происходящими в современном обществе т.к., чистой воды на Земле становятся всё меньше и меньше. Исчезают ручьи, реки, озера. **И в первую очередь страдают малые реки.** Проблема охраны и рационального использования водных ресурсов стала особенно актуальна в современных условиях. Она охватывает буквально все народы и районы мира. Уже в настоящее время недостаток пресной воды

испытывают не только территории, которые природа обделила водными ресурсами, но и многие регионы, еще недавно считавшиеся благополучными в этом отношении. В настоящее время потребность в пресной воде не удовлетворяется у 20% городского и 75% сельского населения планеты.

Цель: Оценить экологическое состояние малых рек в районе **Кизеловского Угольного бассейна (КУБ)** и влияние этих рек на состояние реки Кама.

Задачи:

- изучить литературу по теме нашего проекта.
- изучить значение малых рек в жизни человека;
- собрать сведения о малых реках в районе разгрузки шахтных вод Пермского края;
- сравнить химические анализы малых рек в КУБе за разные годы и их влияние на более крупные реки;

Реки Пермского края

Реки Пермского края – могучая сила. Всего их насчитывается 29 тысяч, а общая длина превышает 90 тысяч километров, что составляет немногим меньше четверти между Луной и Землей.

Только две реки в Пермском крае относятся к большим рекам (то есть имеют длину более 500 км). Это собственно Кама (1805 км) и её левый приток Чусовая (592 км).

С таким количеством рек Пермский край бесспорно занимает первое место на Урале.

Протяженность крупных рек Пермского края

Кама	1805 км
Сылва	493 км
Чусовая	529 км
Вишера	415 км
Колва	460 км

Яйва	403 км
Косьва	283 км
Иньва	257 км
Коса	267 км
Весляна	266 км

Самой большой и известной рекой Пермского края является Кама. Кама считается притоком Волги, но всем пермякам известен обратный факт, в пользу которого говорят и ученые. Название самой крупной в Пермском крае говорит само за себя – «кам» - означает большой, «ва» - вода.

Однако, помимо Камы в Пермском крае есть много других небольших, но значимых для человека рек. Значимы они хотя бы потому, что каждая большая река начинается с нескольких малых водотоков, а значит без малых рек не может быть и больших. Достаточно малых рек протекает и по территории Кизеловского угольного бассейна (КУБ) о котором и пойдет речь в нашем проекте. Это водотоки, впадающие в реки: Северная и Южная Вильва, Яйва, Косьва, Усьва, Чусовая.

Река Яйва является левобережным притоком р. Кама. Яйва берёт своё начало на СВ Пермского Края, у подножья горы Бурнимский камень и течет вначале в ЮЗ, а затем в СЗ направлении, впадает в р. Кама (Камское вдхр) на 879 км от устья, слева. Длина реки согласно «Гидрологической изученности», том 11, выпуск 1 составляет 304 км, площадь водосбора 6250 км².

Река Вильва (северная) является левобережным притоком р. Яйва (→. р. Кама→р. Волга). Вильва берёт своё начало в 12 км к западу от поселка Углеуральский, течет в основном в северном направлении, впадает в р. Яйва на 136 км от устья. Длина реки 107 км, площадь водосбора 1180 км².

Река Кизел (Восточный Кизел) является правобережным притоком реки Вильва (→ р. Яйва→ р. Кама→ р. Волга). Кизел берет своё начало на Западном склоне среднего Урала, в восточной части Пермского края и впадает в р. Вильва на 70-м км от устья. Длина реки 24 км, площадь водосбора 218 км².

Основными притоками р. Кизел являются реки: Полуденный Кизел, Северный Кизел, Малый Полуденный Кизел, Сухой Кизел, р.Опаленная, р. Вьящер.

Река Малый Полуденный Кизел является левобережным притоком р. Кизел, течет с юга на север и впадает в неё на 14-м км от устья. Длина реки 9 км, площадь водосбора ~ 27 км².

Загрязнение малых рек Кизеловского угольного бассейна

Основные источники загрязнения поверхностных вод в Пермском крае - это предприятия Соликамско-Березниковского промрайона, бывшего **Кизеловского угольного бассейна**, предприятия Перми, Чусового, Лысьвы, Краснокамска, Чайковского. К потенциальным источникам загрязнения водоемов относятся также полигоны твердых бытовых и промышленных отходов, животноводческие комплексы, площадки промышленных предприятий, территории населенных пунктов, стоки которых также попадают в водные артерии. **НО в этой работе мы хотим остановиться на проблеме загрязнения рек шахтными водами на примере Кизеловского угольного бассейна.**

Прошло уже около 20 лет с тех пор, как закрылась последняя шахта Кизеловского угольного бассейна (КУБ). С тех пор часто в повестке дня Пермского края появляются новости о том, что идёт разработка проектов очистных сооружений для рек, чьи русла пролегают на этой территории. Важно отметить то, что загрязнение некоторых из них более чем в 200 раз превышает предельно допустимые концентрации содержания вредных веществ. Сегодня, по словам учёных, эти воды уже доходят до Камского водохранилища. По последней информации, первую очистную установку на шахте в Кизеле должны были запустить в 2015 году. Но пока этого не произошло.

Площадь городских земель, пострадавших при добыче угля, составляет 23.2 га, в том числе занято отвалами 10,8 га объем возникших провалов 1.5 тыс м куб. Поверхностные водотоки используются для слива кислых шахтных вод.

Кизел занимает одно из первых мест на Западном Урале по масштабам загрязнения окружающей среды. Шахтные воды поступают в 19 рек, 15 из которых выведены из водопользования. Полностью уничтожены экосистемы реки Кизел и ее притоков, Северной Вильвы. Разработки методов очистки сточных вод начались еще в 1960-е годы, когда шахты еще работали. Тогда воду из них откачивали на поверхность и сбрасывали прямо в реки. В то время пытались строить очистные сооружения на нескольких шахтах, но до введения их в эксплуатацию так дело и не дошло. После закрытия шахт осталось 14 изливов. Воды из них сегодня попадают в бассейны таких рек, как Чусовая, Косьва, Яйва, Вильва, и доходят до Камского водохранилища. Загрязнение малых рек по некоторым показателям доходят до экстремально высоких показателей и превышают **предельно допустимые концентрации** более чем в 200 раз.

Главная проблема, почему ситуация в Кизеловском угольном бассейне близка к катастрофе, связана с тем, что в угленосной толще содержится большое количество серы в виде сульфидов (самый распространённый из них – пирит). При поступлении кислорода идёт окисление и образуется слабая серная кислота. Она воздействует на породы, в результате выделяются железо и токсичные тяжёлые металлы. Концентрации железа в самих изливах не укладываются в голове с точки зрения экологических нормативов.

К сожалению, при закрытии шахт в своё время не провели тампонирующие стволы, штолен, шурфов. Сейчас изливы в основном идут с горных выработок, которые не ликвидировали должным образом. Всё это накладывается на то, что в нашем крае сильно развиты карстовые явления. По этой причине когда в КУБе работали шахты, в них на тонну угля был самый большой водоприток в стране. В те времена воду, которую откачивали из шахт, без всякой очистки сливали в ближайшие реки, то есть их загрязнение происходит уже много десятилетий.

Вильва (в крае несколько рек с таким названием), приток Усьвы, — одна из 19 прикамских рек, загрязняемых изливами шахтных вод КУБа. Вот что

написала, в своем рассказе, об этой реке ученица 7-го класса г.Чусового Дарья Демьянова: «Жила-была река. Не очень большая, но чистая и красивая. Люди звали её Вильвою. Край этот был богат и щедр: в лесах водилось много зверей, в недрах были залежи угля. Но беда подкралась незаметно. Уголь в шахтах был выработан. Шахты закрыли. Люди разбрелись кто куда. Ржавые и ядовитые шахтные воды хлынули в красавицу Вильву и изуродовали её до неузнаваемости. Тополя перестали видеть себя в мутной воде. Рыба, что не погибла, ушла в верховья. Звери перестали приходить к ней на водопой. Вильва затосковала. Она очень боялась, что заразит своей тоской сестёр: Яйву, Каму и самую старшую — Волгу. Она недоумевала: почему люди этого не боятся, об этом не задумываются, ведь без чистой воды их жизнь невыносима! Она мечтала о том, что когда-нибудь люди одумаются, найдут способ очистить её воды. И она не останется перед ними в долгу: утолит жажду, успокоит разгорячённое тело, даст приют рыбе, птице и всему живому. Только бы не было слишком поздно...». **Это же можно сказать и о Северной Вильве.**

Ядовитый состав воды загрязнённых рек в них выдаёт яркий кирпичный цвет. В таких реках нет донной растительности, в них уже много лет не водится рыба. Но люди, как справедливо пишет Даша, почему-то не бьют тревогу. 14 шахт КУБа были закрыты в 1993—2001 годах. Но загрязнение воды и почвы на этой территории продолжается. Более того, по словам учёных, оно усилилось: объёмы шахтных вод после завершения разработок снизились примерно в 10 раз, зато значительно вырос уровень содержания в них вредных веществ.

Что же такого содержится в изливах шахт, что реки становятся настолько загрязнёнными? Как рассказывает Николай Геннадьевич Максимович (заместитель директора по научной работе Естественнонаучного института ПГНИУ), в угленосной толще содержится много серы. Она окисляется, образуя слабую серную кислоту, которая воздействует на породы, и из них в воды

поступают железо, алюминий и тяжёлые металлы — практически вся таблица Менделеева. Когда воды излива, прозрачные и как будто чистые на вид, выходят на поверхность, начинается окисление железа, уменьшается кислотность воды за счёт разбавления поверхностными водами, и это ведёт к выпадению осадка. Взвесь поступает в реки, они становятся жёлтыми, а порой и вовсе тёмно-оранжевыми. Постепенно взвесь осаждается на доньях рек. Этот осадок представляет собой смесь окислов железа, алюминия и тяжёлых металлов, он имеет крайне высокую кислотность и убивает всё живое. Если во время работы шахт процессы окисления в значительной степени проходили в них самих, то после закрытия и прекращения подачи туда кислорода окисление происходит в реках. Это достаточно медленный процесс. Да и кислорода в речных водах не так уж много. Результат — загрязнение доходит до Камского водохранилища, а донья рек покрываются убивающим всё живое осадком.

Анализ уровня загрязнения рек Кизеловского угольного бассейна

Для достижения поставленных задач мы взяли данные по загрязнению поверхностных вод Пермского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, Естественнонаучного института ПГНИУ, ООО «Пермэнергоаудит», Национального научного центра горного производства ФГУП ННЦГП им. А.А. Скочинского. В своей работе мы будем использовать терминологию, используемую для характеристики загрязнения поверхностных вод: *предельно допустимые концентрации (ПДК), Удельный комбинаторный индекс загрязнения веществ (УКИЗВ)*. Для проведения сравнительного анализа загрязнения воды мы использовали нормативные показатели для загрязняющих веществ, характеризующих загрязнение исследуемых рек приведенные в табл. 1 (см. приложение 1).

Для проведения сравнительного анализа мы взяли данные Пермского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды за август

2001 года, которые были сделаны сразу после закрытия шахт и сравнили их с данными за 2008, 2009, 2012, 2017, 2018 годы.

При помощи формулы $C=A \div B$ где:

C – это превышение предельно допустимой концентрации веществ в воде;

A – это концентрация вещества в воде

B – предельно допустимая концентрация

мы узнали во сколько раз превышены показатели по содержанию химических веществ в реках. Результаты получились следующие (см. приложение 2, табл. 2), так предельно допустимая концентрация по железу в реках Кизел с ее притоками и в Северной Вильве в 2001 была превышена не более, чем в 16 раз, а в 2008 году концентрация железа в р.Кизел уже составляла 1480 ПДК, что говорит о значительном росте концентрации вредных веществ в воде. К в апреле 2012 года ПДК железа в р.Кизел превышена уже в 2860 раз, марганца — в 655 раз, никеля — в 26 раз; в Северной Вильве: железа — в 209 раз, марганца — в 112 раз, никеля — в 4 раза. В 2012 году, из данных взятых для анализа, наблюдается наивысшая концентрация вредных веществ во всех реках Кизеловского угольного бассейна.

С момента закрытия шахт и образования самоизливов постоянно проводится мониторинг поверхностных вод Кизеловского угольного бассейна. Большую работу в этом направлении проводит Естественный институт ПГНИУ. При этом отбираются пробы воды и донных отложений на наиболее загрязненных участках рек и сравнивают их с предельно допустимыми показателями (ПДК), рассчитывают «Удельный комбинаторный индекс загрязнения веществ (УКИЗВ). Этот комплексный показатель, рассчитываемый для водных объектов по 14-15 химическим показателям загрязнения воды может варьировать от 1 до 16. Большому значению индекса соответствует худшее качество воды. Для рек КУБа этот показатель как правило выше 5 и характеризует реки, как грязные и экстремально грязные. В таблице № 2 приведены значения УКИЗВ этих рек в разные годы.

Для изучения изменения качества воды по наиболее значимым показателям загрязнения воды мы проанализировали и сравнили данные за 2008 и 2009 годы по рекам Кизел, Северная Вильва.

Река Кизел

В течении двух лет на реке Кизел и ее притоках ежемесячно проводились заборы воды для дальнейшего химического анализа. Результаты проведенных наблюдений показали, что р.Кизел – самая загрязненная соединениями металлов из обследованных водных объектов, подверженных влиянию шахтных вод закрытых шахт Кизеловского угольного бассейна. Во всех отобранных пробах воды содержание железа и марганца отмечено на уровне экстремально высокого загряз. Среднегодовая концентрация (за 10 месяцев) соединений железа увеличилась до 1800 ПДК (в 2008г. – 1480 ПДК), марганца – 427 ПДК (в 2008г. – 326 ПДК). Максимальные концентрации железа зафиксированы в период зимней межени (от 2690 до 3050 ПДК) и в сентябре – 2320 ПДК, марганца, соответственно, от 814 до 827 ПДК и в сентябре – 729 ПДК. Во всех отобранных пробах воды превышало ПДК содержание никеля, меди и цинка. Среднегодовая концентрация никеля составила 23 ПДК, меди и цинка 12 и 11 ПДК, максимальные концентрации – 40, 36 и 22 ПДК, соответственно.

Значение удельного комбинаторного индекса загрязненности воды (УКИЗВ) - 7,21 характеризует воду р. Кизел как экстремально грязную и относит к 5 классу с наихудшим качеством по содержанию критических показателей загрязненности воды: сульфаты, железо, марганец, никель, медь, цинк.

Река Кизел относится к разряду малых рек. Расходы р. Кизел в меженный период в районе г. Кизел не превышают 1 - 2 м³/сек, поэтому разбавление шахтных вод, поступающих самоизливом в бассейн р. Кизел очень небольшое и, соответственно, концентрации растворённых соединений металлов выше. Для сравнения, расход р. Сев. Вильва в районе пос. Всеволодо-Вильва в 4 - 5

раз больше расхода р. Кизел, соответственно, больше разбавление, а концентрации загрязняющих веществ ниже.

Река Северная Вильва, приток р. Яйвы (в районе п. Всеволодо-Вильва)

Аналогичные заборы воды проводились и на реке Северная Вильва, куда впадает река Кизел. По данной реке результаты получились следующие: в 2009 году среднегодовое (за 10 месяцев) содержание железа составило 201 ПДК, что выше уровня 2008г. (168 ПДК). Из всех отобранных проб, во всех отмечены концентрации железа на уровне ЭВЗ. Максимальные концентрации железа отмечены в период зимней межени и в сентябре – от 207 до 389 ПДК. Среднегодовой уровень других загрязняющих веществ превышал ПДК по содержанию марганца в 100 раз (в 2008 г. - 76 ПДК), никеля в 5 раз. Содержание марганца в 10 случаях из 10 превышало уровень ВЗ и ЭВЗ и варьируется в интервале 37 – 150 ПДК.

Основная причина загрязнения – самоизлив шахтных вод закрытых шахт Кизеловского угольного бассейна. Река Северная Вильва остаётся одной из очень грязных рек Пермского края, качество воды не претерпело существенных изменений по сравнению с 2008г. Ориентировочное значение УКИЗВ, рассчитанное за 10 месяцев, составило 4,40, характеризующее воду р. Вильва как «грязную» (4 класс качества, разряд «а»), количество критических показателей загрязнённости воды (КПЗ) увеличилось – к железу и марганцу добавился никель. Не смотря на то, что в обеих реках отмечается ЭВЗ, все таки в реке Северная Вильва превышение ПДК в 10 раз меньше чем в реке Кизел. Основным фактором различия загрязнения воды в этих реках, является разная водность рек.

В настоящее время процесс восстановления естественного водного баланса, нарушенного деятельностью угледобывающих предприятий, продолжается, что продемонстрировано на графиках (см. Приложение) Мониторинг загрязнения малых рек постоянно проводится. По данным ООО «Пермэнергоаудит», который проводит наблюдения за донными отложениями

и за качеством воды рек КУБа, наиболее опасным является осадок, образующийся химическим путем при повышении рН в результате смешения шахтной и речной воды. Он представляет собой взвесь, которая способна мигрировать вниз по течению рек на многие километры и оказывать негативное влияние на окружающую среду и качество водозаборов поверхностных вод, расположенных ниже по течению. Этот осадок является источником вторичного загрязнения воды, т.к. содержит значительное количество подвижных форм таких загрязнителей как марганец, алюминий, цинк, никель, кобальт и т.д. Частичная аккумуляция осадка происходит на всем протяжении сброса в береговой зоне и на участках с низкими скоростями течения воды. Однако в паводковый период будет происходить интенсивный смыв осадка. Зоной аккумуляции осадка являются приустьевые участки рек и прилегающая часть Камского водохранилища.

Концентрация нахождения металлов в воде рек варьирует в широких диапазонах, которая зависит от расположения источника загрязнения, уклонов рек, скорости течения водного потока и других факторов, влияющих на формирование донных отложений. По данным, полученных в процессе обследования донных отложений, большой процент осадка состоит из загрязняющих компонентов таких как гидроокислы железа, алюминия, бериллия, кадмия, марганца (таблицы 4, 5).

Наиболее интенсивное загрязнение донных отложений отмечается на таких малых реках как Полуденный Кизел ниже шурфа 2-бис (ш. Коспашская), а также в р. Большой Кизел ниже вспомогательного и наклонного ствола №8 ш. им. Ленина, где наблюдается наиболее высокая концентрация железа, алюминия, бериллия, кадмия, селена. Сброс загрязняющих компонентов с шахтными водами из горных выработок в реку Косьва больше, чем в Кизеловском районе, но в связи с увеличенным водным потоком, образующийся осадок в виде взвеси мигрирует вниз по течению с дальнейшим осаждением в приустьевой зоне Косьвинского залива Камского водохранилища.

Частичная аккумуляция осадка предполагается на всем протяжении в береговой зоне и на участках с низкими скоростями течения воды. В паводковый период будет происходить смыв осадка. Зонами интенсивной аккумуляции осадка являются Косьвинский залив Камского водохранилища и участок р. Яйва, ниже р. С. Вильвы.

Выводы и заключение

Проанализировав полученные данные, мы пришли к следующим выводам: в настоящее время начался процесс восстановления естественного водного баланса, нарушенного деятельностью угледобывающих предприятий. Сравнивая значения концентрации железа общего в реках Яйва, Северная Вильва и р. Кизел в разные годы (2001, 2008, 2009, 2012, 2017 и 2018 годы) мы заметили, что сразу после закрытия шахт (2001г.) значение концентрации железа по этим рекам было 1.5-1.6 мг/дм куб. (16 ПДК), что превышает нормативные показатели, но не является высоким загрязнением и экстремально высоким загрязнением, а в 2008 году оно уже составляло 168 ПДК в р. Северная Вильва и 1480 ПДК в р. Полуденный Кизел, что является экстремально высоким загрязнением. Максимальное значение концентрации железа отмечено по всем рекам в 2012 году и составляло 209 ПДК в р. С.Вильва и 2860 ПДК в р. П.Кизел. В 2017 году наблюдается снижение концентрации железа в несколько раз, поэтому хотелось бы думать, что экологическая обстановка этих рек потихоньку улучшается. Увеличение концентрации железа в р. П.Кизел летом 2018 года связано, с моей точки зрения с тем, что водность реки по сравнению с дождливым летом 2017 года была значительно ниже и разбавление шахтных вод поверхностными водами было гораздо меньше.

Обращаясь к данным приведенным в таблице и графиках, мы можем говорить о влиянии загрязнения малых рек на большие. Сравнивая графики изменения концентрации железа малой реки Полуденный Кизел и более крупных рек Вильва, Северная Яйва и Кама, можно сказать, что графики хронологичны друг другу, так чем выше концентрация железа в малой реке, тем

выше она и в тех реках, куда впадает эта маленькая речка, что мы попытались изобразить на рисунке в приложении 5. Максимальная концентрация железа общего отмечается в 2012 г., а затем идет некоторое снижение. Хочется надеяться что эта тенденция продолжится и в дальнейшем.

Для улучшения экологического состояния малых рек Кизеловского угольного бассейна учёными ПГНИУ разрабатываются и предлагаются технологии по решению данной проблемы. Так они предлагают сконцентрироваться на уменьшении объёмов шахтных изливов, очищать их донные отложения в реках с помощью отходов, которые возникают при разработке известняковых карьеров и на содовом производстве. В Кизеловском районе есть немало известняковых карьеров, где при добыче возникают так называемые отсеvy – до нескольких миллионов тонн в год, которые некуда сбывать. Ученые предлагают отсеvy с кизеловских карьеров смешивать с отходами содового производства в Березника, так содержащаяся в них сода будет нейтрализовать кислоту и ускорять реакции и реки сами будут разносить этот реагент. Это уменьшит вынос кислых продуктов, улучшится растительность.

В своей работе мы разобрали влияние загрязнения малых рек на большие, лишь на малом примере одного источника загрязнения, а сколько таких источников встречается на пути следования воды к большим рекам? И по этому делать выводы о влиянии шахтных вод на реку Каму по имеющимся данным сложно, т.к. большое значение оказывают сбросы предприятий города Березники и другие источники загрязнения. Но даже на нашем малом примере, можно увидеть что загрязнение Камы происходит и если не вести работы по очистке малых рек, то наши дети врядли смогут в будущем плескаться и отдыхать на берегу нашей любимой, красивой реки Камы.

Список литературы

1. Болдаков Е.В. Жизнь рек – М: НТ Пресс, 2011
2. Данные Пермского гидрометеоцентра Перми.
3. Двинских С.А., Китаев А.Б. Экологическое состояние малых рек города Перми <https://cyberleninka.ru/article/n/ekologicheskoe-sostoyanie-malyh-rek-goroda-permi>
4. Зиновьев Е.А., Овеснов С.А. Жемчужины Прикамья – Пермь, 1965
5. Кизеловский угольный бассейн: экологические проблемы и пути решения: монография / Н.Г. Максимович, С. В. Пьянков; Перм. гос. нац. исслед. ун-т. – Пермь, 2018. – 288 с.
6. Комлев А.М., Черных Е.А. Реки Пермской области – Пермь, 1984
7. Константинов В.М. Охрана природы - СПб: МК-Пресс, 2010
8. Максимович Н.Г. Экология природной системы. <http://nsi.psu.ru/structure/maximovich.html>
9. Максимович Н.Г., Черемных Н.В., Хайрулина Е.А. ФГНУ «Естественнонаучный институт», г. Пермь Экологические проблемы ликвидации Кизеловского угольного бассейна <http://docplayer.ru/65163284-Ekologicheskie-posledstviya-likvidacii-kizelovskogo-ugolnogo-basseyna.html>
10. Суслов Б.Н. Вода - М: НТ Пресс, 2007.
11. Успен А.А. Этюды по экологии – Екатеринбург, 2003

**Значения предельно допустимых концентраций (ПДК) для
загрязняющих веществ, характеризующих загрязнение исследуемых рек**

Предельно допустимая концентрация (ПДК) веществ в водоемах

Показатель	ПДК, мг/дм³	ВЗ в долях ПДК	ЭВЗ в долях ПДК
Нефтепродукты	0,05	30	50
Медь	0,001	30	50
Цинк	0,01	10	50
Никель	0,01	10	50
Марганец	0,01	30	50
Железо общее	0,10	30	50

ВЗ - уровень высокого загрязнения водного объекта рыбохозяйственного значения.

ЭВЗ - уровень экстремально высокого загрязнения водного объекта рыбохозяйственного значения.

Значение концентрации железа в реках КУБа в разные годы (мг/дм куб)

Название водного объекта	Годы					
	2001	2008	2009	2012	2017	2018
Река Полуденный Кизел	1.58 (16 ПДК)	148 (1480 ПДК)	160 (1600 ПДК)	286 (2860 ПДК)	185 (1850 ПДК)	282 (2820 ПДК)
Река Вильва _ приток р. Яйва (устье)	1.55 (16 ПДК)	16.6 (166 ПДК)	20.1 (201 ПДК)	20.9 (209 ПДК)	11.5 (115 ПДК)	2.1 (21 ПДК)
Река Яйва ниже устья р. Вильва	0,66 (7 ПДК)	0,75 (8 ПДК)	0,89 (9 ПДК)	0,98 (10 ПДК)	0,87 (9 ПДК)	0.70 (7 ПДК)
Река Кама ниже устья р.Яйва	0,60 (6 ПДК)	0,48 (5 ПДК)	0,62 (6 ПДК)	0,78 (8 ПДК)	0,75 (8 ПДК)	0,85 (9 ПДК)

Классы загрязнения рек

№	Створ	2008 г.		2009 г.	
		УКИЗВ	Класс качества	УКИЗВ	Класс качества
1	р. Сев Вильва в районе пос. Всеволодо-Вильва (за 10 месяцев)	4,69	4 «А» (грязная)	4,40	4 «Б» (грязная)
2	Р. Кизел выше автодорожного моста трассы гг. Губаха-Александровск (за 10 месяцев)	7,42	5 (Экстремально грязная)	7,21	5 (Экстремально грязная)

Графики изменения уровня концентрации железа в водах рек

График №1

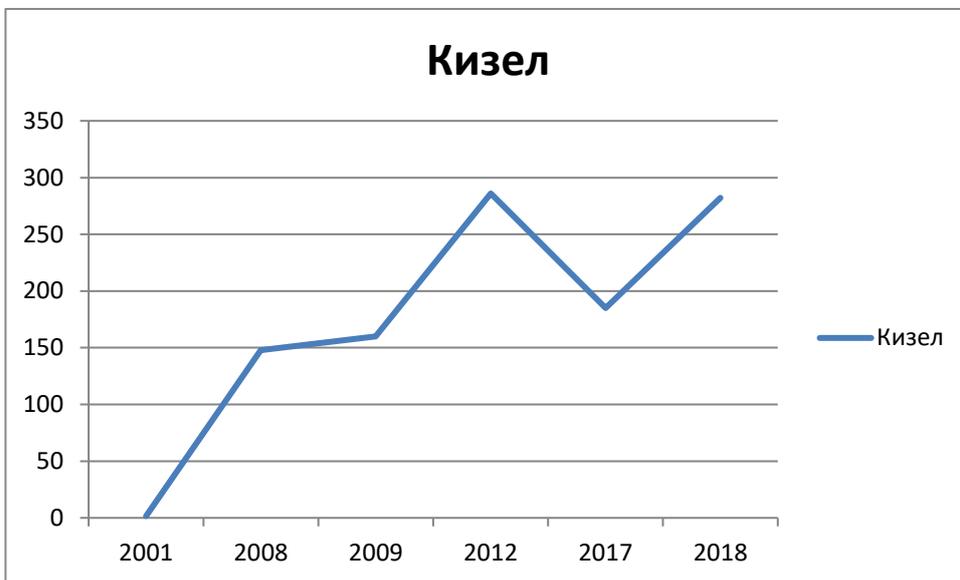


График № 2

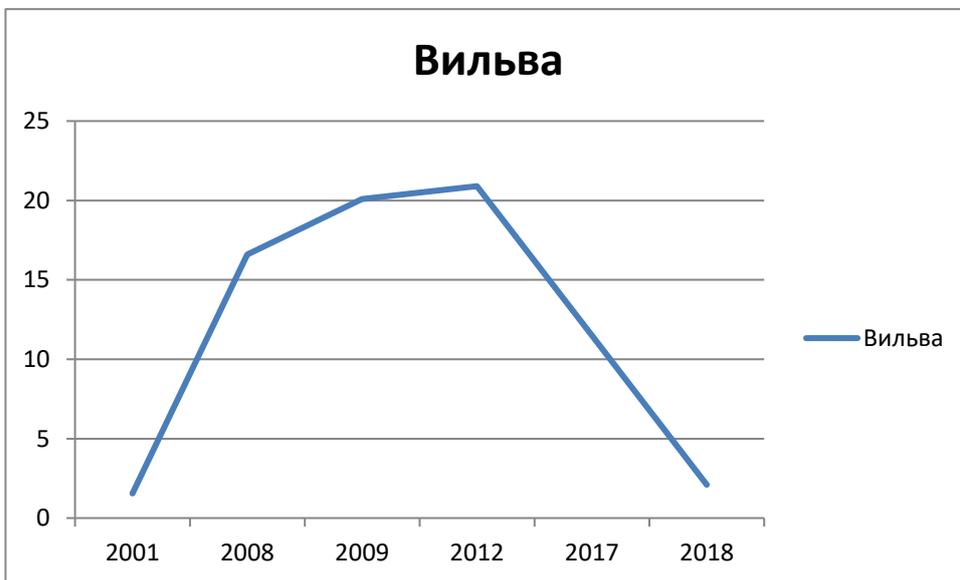


График № 3

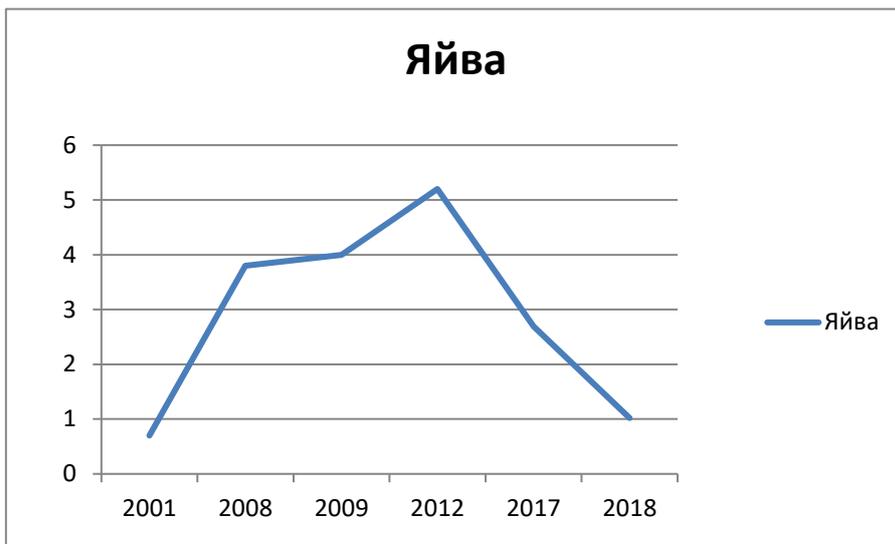
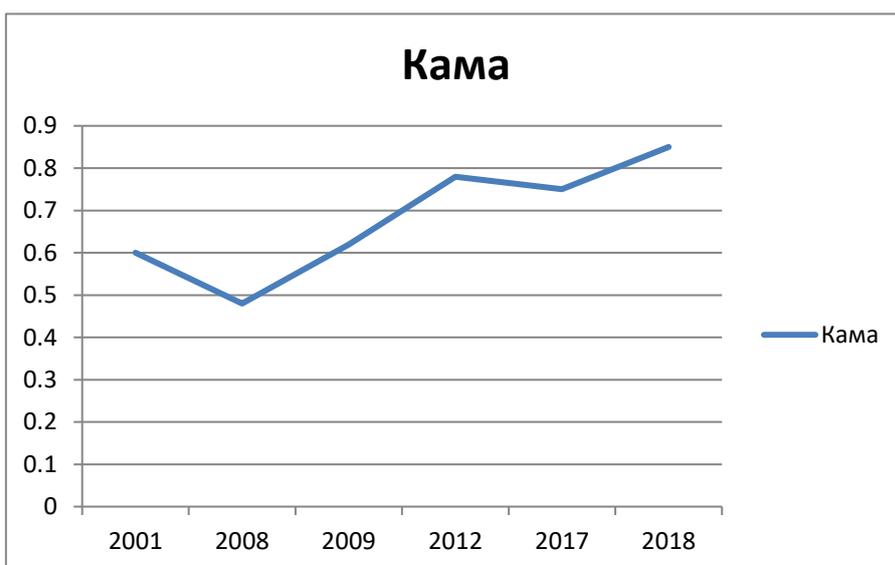


График № 4



Бассейн реки Яйва
Влияние загрязнения малых рек на большие

