

Введение Растворенный в воде кислород является показателем экологического состояния водоема. Он свидетельствует о возможности существования в нем живых организмов, а также является важной характеристикой оценки санитарного состояния водоема. Большая часть кислорода поступает в водоемы из атмосферы путем прямого поглощения, а также в процессе фотосинтеза водорослей и высших растений. Обогащение глубинных слоев воды кислородом происходит в результате перемешивания водных масс. В проточной воде содержание кислорода в целом выше, чем в стоячей воде. Потребление кислорода в воде связано с биохимическими процессами окисления органических и неорганических веществ, а также осуществляется при дыхании водных организмов. В поверхностных водах содержание растворенного кислорода может колебаться от 0 до 14 мг/л и подвержено суточным и сезонным колебаниям. Основным физическим фактором, влияющим на концентрацию растворенного кислорода является температура: при низких температурах растворимость кислорода выше, чем при более высоких, что сказывается на вариации его показателей в течении суток и года. Большое влияние на содержание кислорода в водоемах оказывают возможные попадания органических отходов, которые поступают с промышленными, сельскохозяйственными и бытовыми стоками. Уменьшение содержания кислорода свидетельствует об изменении биологического равновесия в водоеме в силу естественных причин или загрязнения веществами, которые интенсивно окисляются. Концентрация кислорода определяет величину окислительно-восстановительного потенциала и скорость процессов химического и биологического окисления органических и неорганических соединений. Содержание кислорода в поверхностных водах служит косвенной характеристикой оценки качества поверхностных вод. По этому показателю поверхностные водоемы делятся на 5 классов: 1-очень чистые 13-9 мг/л, 2-чистые 12-8 мг/л, 3-умеренно-загрязненные 10-6 мг/л, 4-загрязненные 5-4 мг/л, 5-грязные 5-1 мг/л, 6-очень грязные 0 мг/л [5]. В большинстве регионов России, в том числе и в Северо-Восточном районе Татарстана питьевая вода забирается из открытых водоемов, в основном из крупных рек, на которых создаются водохранилища. В Северо-Восточном районе Татарстана расположены два крупных водохранилища: Нижнекамское, которое находится в районе г. Набережные Челны и создано благодаря строительству Нижнекамской ГЭС выше по течению реки Кама, и Куйбышевское, которое находится ниже по течению реки Кама от г. Нижнекамска и на реке Волга, куда впадает Кама в районе р/п Камское Устье. Воды этих водохранилищ перемешиваются в районе Набережные Челны-Нижнекамск и являются основным источником воды, используемой для питья, бытовых и промышленных нужд в данном густо-населенном промышленном регионе. Поэтому, очень важно постоянно контролировать санитарно-химические и микробиологические показатели воды в этих реках.

Такой контроль необходим не только в местах забора воды, но и в малых реках, которые питают большие реки. К таким рекам, являющимися притоками Камы относятся Криуша, Мензеля, Танайка, Тойма, Белая и другие. Вдоль малых рек расположено множество деревень, где местное население не имеет централизованного водоснабжения, в связи с чем они вынуждены использовать воду этих рек для питья и других бытовых нужд, что соответствует общему проблемному состоянию с питьевой водой в стране. Около 1/3 населения России продолжает использовать в питьевых целях воду из колодцев, родников, открытых водоемов без необходимой очистки и обработки. Министерство экологии и природных ресурсов РТ совместно с УГМС РТ проводит регулярный мониторинг поверхностных вод Республики, особенно в створах слияния сточных вод промышленных и сельскохозяйственных предприятий и заборов воды для нужд населения. В данной работе был проведен мониторинг содержания растворенного кислорода в открытых водоемах Северо-Восточного района Республики Татарстан в реках Мензеля и Белая в 2007 году; Криуша, Танайка, Тойма в 2007, 2009 годах; реке Кама в 2007-2010 годах с целью оценки качества используемой воды. Показано, что по содержанию кислорода все реки принадлежат к категории грязные реки. Объекты исследования

Количественное содержание кислорода было анализировано в реках Мензеля и Белая в 2007 году; Криуша, Танайка, Тойма в 2007-2009 годах; реке Кама в 2007-2010 годах. Реки Белая, Криуша, Мензеля, Танайка и Тойма впадают в более крупную - Кама и образуют единую гидросистему Северо-Восточного района Татарстана.

Методика проведения исследований

Определение растворимого кислорода в воде проводилось методом йодометрического титрования по Винклеру [2]. Этот метод является классическим и позволяет определять концентрацию кислорода от 0.2-0.3 мг/мл и выше. Содержание растворенного кислорода в воде для питьевого и бытового использования должна быть не менее 4 мг/л в любой период года [4]. Кислород является неустойчивым компонентом вследствие зависимости от температуры, поэтому фиксирование кислорода проводилось на месте отбора проб. Метод основан на взаимодействии в щелочной среде гидроксида марганца (II) с растворенным в воде кислородом. Гидроксид марганца (II) связывает кислород и переходит в нерастворимое соединение трехвалентного марганца (III) коричневого цвета. При подкислении раствора в присутствии йодистого калия образуется йод, количество которого эквивалентно концентрации кислорода и измеряется путем титрования раствора. Заборы воды проводились в период апрель-ноябрь 2007, 2009 и 2010 годов один раз в месяц. Для измерения были использованы следующие реактивы: щелочной раствор йодистого калия (KJ в NaOH), раствор хлористого марганца ($MnCl_2$), 0.02 нормальный раствор тиосульфата ($Na_2S_2O_3$), раствор соляной кислоты (HCl 2:1) и раствор крахмала 1%. Результаты и обсуждение

В данном исследовании была проведена оценка концентрации кислорода в реках Мензеля и Белая в 2007

году; Криуша, Танайка, Тойма в 2007, 2009 годах; реке Кама в 2007, 2009, 2010 годах в период апрель-ноябрь с целью определить динамику изменений качества воды. Криуша, Мензеля, Танайка и Тойма являются малыми притоками Камы, приносящими воду с разных территорий. По ходу течения этих рек расположено множество деревень и сел, жители которых используют воду для различных бытовых и сельскохозяйственных нужд. В таблице 1 приведены показатели измерений концентрации кислорода в мг/л в реках Мензеля и Белая в 2007 году.

Таблица 1- Концентрация кислорода (мг/л) в воде рек Мензеля и Белая, (2007 год с апреля по ноябрь)

Месяцы/Название рек	Мензеля	Белая
Апрель	2,65	2,71
Май	3,01	3,05
Июнь	2,63	2,68
Июль	2,52	2,61
Август	2,63	2,50
Сентябрь	3,10	2,79
Октябрь	2,84	2,85
Ноябрь	2,56	3,12
Среднее по месяцам	2,74	2,79

Из полученных данных видно, что показатели содержания кислорода в реках Мензеля и Белая в каждом месяце существенно ниже нормы. Средние показатели за восемь месяцев для реки Мензеля составляют 2,74 мг/л и для реки Белая - 2,79 мг/л, что также ниже ПДК примерно в 1,5 раза, поэтому эти реки попадают в категорию грязные. Реки Мензеля и Белая не пересекаются по их течению, кроме этого, Белая более крупная река, которая берет начало в Уральских горах и является судоходной, однако показатель кислорода в обеих реках оказался близким по значениям. Это свидетельствует об интенсивном использовании обеих рек, накоплении ими большого количества органического материала, которые вследствие окисления потребляют большое количество кислорода.

В таблице 2 представлены значения концентраций кислорода в реках Криуша, Танайка, Тойма за период 2007 и 2009 годы.

Таблица 2 - Концентрация кислорода (мг/л) в реках Криуша, Танайка, Тойма в динамике (2007 и 2009 годы)

Месяцы/ Название рек	Криуша 2007/2009	Танайка 2007/2009	Тойма 2007/2009
Апрель	3,10/2,98	2,79/2,67	2,56/2,44
Май	2,85/2,8	2,57/2,52	2,47/2,45
Июнь	2,5/2,52	2,10/2,13	2,1/2,08
Июль	2,4/2,45	2,10/2,15	2,13/2,18
Август	2,93/2,96	2,41/2,39	2,44/2,38
Сентябрь	2,66/2,64	2,74/2,78	3,17/3,2
Октябрь	2,74/2,69	2,19/2,21	2,14/2,17
Ноябрь	3,09/2,99	2,33/2,38	3,34/3,28
Среднее по месяцам	2,78/2,75	2,4/2,4	2,54/2,52

Из таблицы 2 видно, что содержание кислорода в реках Криуша, Танайка и Тойма очень низкое и по месяцам колеблется незначительно. В теплые месяцы значение кислородного показателя несколько ниже, чем в холодные месяцы. Это нормальная тенденция и связана как с повышением температуры воды, так и усилением активности речной жизнедеятельности, вследствие чего возрастает потребление кислорода. Однако во все месяцы концентрация кислорода находится ниже ПДК и по среднему показателю ниже примерно в 1.5 и более раза. Улучшения качества воды в 2009 году в реках Криуша, Танайка и Тойма по сравнению с 2007 годом не наблюдается (таблица 2). Таким образом, Криуша, Танайка и Тойма, также как и реки Мензеля и Белая попадают в категорию грязные реки. Низкий показатель концентрации кислорода в этих реках свидетельствует о высоком уровне антропогенного воздействия по их

течению. В районе этих рек расположено множество сельскохозяйственных угодий, а также производится выпас скота, чего оказывается достаточно для загрязнения этих рек до категории «грязные». Результаты динамики концентрации кислорода в реке Кама за период апрель-ноябрь 2007, 2009 и 2010 года представлены на рисунке 1. Река Кама - это своего рода смешительный резервуар, куда попадает вода из рек Мензеля, Белая, Криуша, Танайка и Тойма, и из других открытых водоемов соседних республик и областей. Состояние малых рек, питающих Каму, к сожалению неблагоприятное и улучшения по годам отмечено не было. Как видно из рисунка 1 содержание кислорода по всем месяцам за три анализируемых года в реке Кама также находится ниже нормы. Небольшие изменения концентрации кислорода были отмечены по месяцам. Так в летние месяцы концентрация кислорода понижалась, а с понижением температуры в осенний период слегка повышалась. В целом по годам концентрация кислорода в Каме по средним показателям (2007-2,7 мг/мл, 2009-2,69 мг/мл и 2010- 3 мг/л) примерно такая же, как и в ее притоках. Кама является крупнейшим водным резервуаром Северо-Восточного района Татарстана, вдоль которой расположено множество крупных городов с высокоразвитой промышленностью, сельскохозяйственные и животноводческие предприятия. Кама является основным источником воды для питья, бытовых и промышленных нужд таких крупных городов как Набережные Челны и Нижнекамск. Помимо забора воды туда же происходит сброс бытовых и промышленных отходов. В Нижнекамске находится целый комплекс крупных заводов, такие как нефтеперерабатывающий, шинный, механический. Они расположены на берегу реки Камы и являются серьезными загрязнителями окружающей среды в регионе. Исходя из наличия, высокой урбанизации близлежащих к реке Кама территорий важно постоянно отслеживать качество воды в Каме и принимать своевременные меры по очистке воды и выявлению источников поступления загрязняющих веществ. Мониторинг загрязнения поверхностных вод на территории РТ осуществляется ФГБУ «УГМС РТ». На вебсайте eco.tatarstan.ru можно найти результаты контроля состояния поверхностных вод за период 2004-2012 года по РТ и в том числе в Куйбышевском водохранилище в районе Набережные Челны -Нижнекамск. Ими используются комплексные показатели степени загрязненности качества воды по которым за период 2004-2012 года видно, что качество воды колеблется между категориями очень загрязненные и грязные (классификация качества воды по УКИЗВ -удельный комбинаторный индекс загрязненности воды, см. Государственный доклад о состоянии природных ресурсов и об охране окружающей среды [1]. Содержание кислорода в воде является одним из основных показателей, который включен в перечень ингредиентов и показателей качества воды для расчета комплексных оценок. По нашим данным только по оценке содержания кислорода рек Мензеля, Белая, Криуша, Танайка, Тойма и Кама в период 2007,2009 и 2010 годы попали в

категорию грязные реки. Это свидетельствует о плохом качестве воды в этих реках. Однако, за изученный период улучшения или ухудшения состояния воды в реках отмечено не было. Сложился своего рода баланс между способностью рек к самоочищению и сбросом сточных вод, который не меняется уже несколько лет. К сожалению, перевес в этом балансе находится на стороне загрязнения и реки не способны самостоятельно бороться с количеством загрязняющих веществ, поступающих в воду. В сложившейся ситуации недостаточно только проводить мониторинг качества воды и сброса сточных вод, необходимо принимать действенные меры, которые приведут к улучшению состояния воды в открытых водоемах. Регулирование качества окружающей среды, в том числе и водных ресурсов необходимо проводить на уровне государственной власти республики совместно с федеральными органами. В настоящее время такая система контроля находится на уровне становления и развития, что внушает надежды на улучшение качества мониторинга состояния окружающей среды и экологической ситуации в регионе. В Республике Татарстан с 2004 года действует программа «Улучшение водоснабжения и водоотведения» [3]. Программа включает в себя строительство и реконструкцию водопроводных узлов, строительство заводов по утилизации обезвоженного осадка сточных вод, реконструкцию и расширение существующих городских очистных сооружений канализации, развитие сетей канализации в сельской местности, замену и реконструкцию существующих изношенных сетей канализации. Необходимо усилить контроль за учетом потребления воды, сбросом загрязняющих веществ, а также проведению мероприятий по стимулированию строительства локальных очистных сооружений промышленным и сельскохозяйственным потребителями. Реализация таких мероприятий, как проведение информационной компании по разъяснению целесообразности внедрения приборов учета и установка их на объектах городского хозяйства приведет к снижению потерь воды и дальнейшему рациональному пользованию. Делая выводы можно сказать, что только комплексный ряд мероприятий может изменить сложившуюся ситуацию с водой в Северо-Восточном регионах Татарстана и России в лучшую сторону. Для этого каждый может, и должен принимать активное участие в сохранении чистоты окружающей среды и воды в том числе. Например, элементарно не оставлять и убирать мусор за собой с берегов рек и других мест общественного отдыха населения. Необходимо менять культуру мышления в отношении охраны природных ресурсов, что определенно принесет дополнительную нагрузку в семьи и школы, которые в первую очередь должны воспитывать и учить подрастающее поколение беречь и восстанавливать природу.

Рис. 1 - Динамика изменения содержания растворенного кислорода (мг/л) в реке Кама по месяцам за период 2007-2010 года. Уровень ПДК обозначен черной линией, параллельной оси абсцисс