

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА СТОЧНЫХ ВОД

Защита водных ресурсов от истощения и загрязнения и рациональное использование для нужд народного хозяйства - одна из наиболее важных проблем, требующих безотлагательного решения. Истощение вод есть устойчивое сокращение запасов и ухудшение качества поверхностных и подземных вод. Одним из основных направлений работы по охране водных ресурсов является внедрение новых технологических процессов производства, переход на замкнутые (бессточные) циклы водоснабжения, где очищенные сточные воды не сбрасываются, а многократно используются в технологических процессах. Замкнутые циклы промышленного водоснабжения дадут возможность полностью ликвидировать сбрасывание сточных вод в поверхностные водоемы, а свежую воду использовать для пополнения безвозвратных потерь. Основными источниками загрязнения и засорения водоемов является недостаточно очищенные сточные воды промышленных и коммунальных предприятий, крупных животноводческих комплексов, отходы производства при разработке рудных ископаемых; воды шахт, рудников, обработке и сплаве лесоматериалов; сбросы водного и железнодорожного транспорта; отходы первичной обработки льна, пестициды и т.д. Загрязняющие вещества, попадая в природные водоемы, приводят, к качественным изменениям воды, которые в основном проявляются в изменении физических свойств воды, в частности, появление неприятных запахов, привкусов и т.д.). Изменение химического состава воды, в частности, появление в ней вредных веществ, в наличии плавающих веществ на поверхности воды и откладывании их на дне водоемов [1].

Результаты проведенных исследований позволяют дать некоторые рекомендации по вопросу рационального использования сточных вод в сельскохозяйственном производстве. Надо отметить, что проблема сточных вод тесно связано с вопросами водоснабжения г. Алматы. Самым крупным водопотребителем в регионе является г. Алматы и Алматинская область. Из природных и водных источников забирается воды в среднем 3555,57 млн./м³ в год. Объем сточных вод по Алматинской области составляет 238,47 млн./м³ в год. Перекачивает чистую воду из водопроводной сети, сбрасывает в канализационную сеть и является большим загрязнителем подземных вод. Его сточные воды без должной очистки переполняют накопитель Сорбулак и сбрасываются р. Или ниже Капчагайского Гидроузла. Поэтому решить проблему рационального использования сточных вод невозможно без рационализации использования чистых подземных и поверхностных вод, включая усовершенствования водоснабжения промышленных предприятий города. От этого в первую очередь зависит уменьшение объема сточных вод и их качество. Снижение доли промышленных сбросов в общем объеме стока позволит резко уменьшить количество вредных примесей, канцерогенных веществ, ряда взвесей и коллоидов, что улучшит качество сточных вод и сделает их более пригодными для нужд в сельскохозяйственном производстве. Улучшение качество сбрасываемых сточных вод можно обеспечить и за счет повышения степени их очистки. Ввод в эксплуатацию второй очереди искусственно-гидробиологической очистки позволит весь объем стока пропускать через городские очистные сооружения и повысить эффективность их работы. Кроме того, необходимо запретить неорганизованные сбросы мелких сельхозобъектов в отводной канал ниже очистных сооружений, так как это вызывает загрязнение уже очищенных сточных вод и увеличивает объем поступающих в накопитель стоков [2].

Водоемы загрязняются в основном в результате спуска в них сточных вод от промышленных предприятий и населенных пунктов. В результате сброса сточных вод изменяются физические свойства воды (повышается температура, уменьшается прозрачность, появляются окраска, привкусы, запахи); на поверхности водоема появляются плавающие вещества, а на дне образуется осадок; изменяется химический состав воды (увеличивается содержание органических и неорганических веществ, появляются токсичные вещества, уменьшается содержание кислорода, изменяется активная реакция среды и др.); изменяется качественный, количественный бактериальный состав, появляются болезнетворные бактерии. Загрязненные водоемы становятся непригодными для питьевого, а часто и для технического водоснабжения; теряют рыбохозяйственное значение и т.д.

Общие условия выпуска сточных вод любой категории в поверхностные водоемы определяются народнохозяйственной их значимостью и характером водопользования. После выпуска сточных вод допускается некоторое ухудшение качества воды в водоемах, однако это не

должно заметно отражаться на его жизни и на возможности дальнейшего использования водоема в качестве источника водоснабжения, для культурных и спортивных мероприятий, рыбохозяйственных целей.

Наблюдение за выполнением условий спуска производственных сточных вод в водоемы осуществляется санитарно-эпидемиологическими станциями и бассейновыми управлениями.

Нормативы качества воды водоемов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования устанавливают качество воды для водоемов по двум видам водопользования: к первому виду относятся участки водоемов, используемые в качестве источника для централизованного или нецентрализованного хозяйственно-питьевого водоснабжения, а также для водоснабжения предприятий пищевой промышленности; ко второму виду - участки водоемов, используемые для купания, спорта и отдыха населения, а также находящиеся в черте населенных пунктов.

Отнесение водоемов к тому или иному виду водопользования проводится органами Государственного санитарного надзора с учетом перспектив использования водоемов.

Сточные воды разделяют на три группы: фоновые, или фекальные; хозяйственно-бытовые, включающие стоки от камбуза, душей, прачечных и др.; Для фоновых сточных вод характерно высокое бактериальное загрязнение, а также органическое загрязнение (химическое потребление кислорода достигает 1500-2000 мг/л. объем этих вод сравнительно невелик. - Хозяйственно бытовые сточные воды характеризуются невысоким органическим загрязнением. Эти сточные воды обычно сбрасываются за борт судна по мере образования. Сброс их запрещен только в зоне санитарной охраны [3].

Производственные сточные воды загрязнены в основном отходами и выбросами производства. Количественный и качественный состав их разнообразен и зависит от отрасли промышленности, ее технологических процессов; их делят на две основные группы: содержащие неорганические примеси, в т.ч. и токсические, и содержащие яды.

К первой группе относятся сточные воды содовых, сульфатных, азотно-туковых заводов, обогатительных фабрик свинцовых, цинковых, никелевых руд и т.д., в которых содержатся кислоты, щелочи, ионы тяжелых металлов и др. Сточные воды этой группы в основном изменяют физические свойства воды. Сточные воды второй группы сбрасывают нефтеперерабатывающие, нефтехимические заводы, предприятия органического синтеза, коксохимические и др. В стоках содержатся разные нефтепродукты, аммиак, альдегиды, смолы, фенолы и другие вредные вещества. Вредоносное действие сточных вод этой группы заключается главным образом в окислительных процессах, вследствие которых уменьшается содержание в воде кислорода, увеличивается биохимическая потребность в нем, ухудшаются органолептические показатели воды.

Нефть и нефтепродукты на современном этапе являются основными загрязнителями внутренних водоемов, вод и морей. Попадая в водоемы, они создают разные формы загрязнения: плавающую на воде нефтяную пленку, растворенные или эмульгированные в воде нефтепродукты, осевшие на дно тяжелые фракции и т.д. При этом изменяется запах, вкус, окраска, поверхностное натяжение, вязкость воды, уменьшается количество кислорода, появляются вредные органические вещества, вода приобретает токсические свойства и представляет угрозу не только для человека. 12 г нефти делают непригодной для употребления тонну воды. Довольно вредным загрязнителем промышленных вод является фенол. Он содержится в сточных водах многих нефтехимических предприятий. При этом резко снижаются биологические процессы водоемов, процесс их самоочищения, вода приобретает специфический запах карболки.

Много воды потребляют химическая и целлюлозно-бумажная промышленность, черная и цветная металлургия. Развитие энергетики также приводит к резкому увеличению потребности в воде. Значительное кол-во воды расходуется для потребностей отрасли животноводства, а также на бытовые потребности населения. Большая часть воды после ее использования для хозяйственно-бытовых нужд возвращается в реки в виде сточных вод.

На жизнь населения водоемов пагубно влияют сточные воды целлюлозно-бумажной промышленности. Окисление древесной массы сопровождается поглощением значительного количества кислорода, что приводит к гибели икры, мальков и взрослых рыб. Волокна и другие нерастворимые вещества засоряют воду и ухудшают ее физико-химические свойства. На рыбах и на их

корме - беспозвоночных - неблагоприятно отражаются молевые сплавы. Из гниющей древесины

и коры выделяются в воду различные дубильные вещества. Смола и другие экстрактивные продукты разлагаются и поглощают много кислорода, вызывая гибель рыбы, особенно молоди и икры. Кроме того, молевые сплавы сильно засоряют реки, а топляк нередко полностью забивает их дно, лишая рыб нерестилищ и кормовых мест.

Под загрязнением водных ресурсов понимают любые изменения физических, химических и биологических свойств воды в водоемах в связи со сбрасыванием в них жидких, твердых и газообразных веществ, которые причиняют или могут создать неудобства, делая воду данных водоемов опасной для использования, нанося ущерб народному хозяйству, здоровью и безопасности населения. Загрязнение поверхностных и подземных вод можно распределить на такие типы:

механическое - повышение содержания механических примесей, свойственное в основном поверхностным видам загрязнений;

химическое - наличие в воде органических и неорганических веществ токсического и нетоксического действия;

бактериальное и биологическое - наличие в воде разнообразных патогенных микроорганизмов, грибов и мелких водорослей;

радиоактивное - присутствие радиоактивных веществ в поверхностных или подземных водах;

тепловое - выпуск в водоемы подогретых вод тепловых и атомных ЭС.

Сточные воды, имеющие повышенную радиоактивность (100 кюри на 1л и более), подлежат захоронению в подземные бессточные бассейны и специальные резервуары.

Качество окружающей среды и её основных объектов, в том числе воды, определяется с помощью специальных нормативов – предельно допустимых концентраций вредных веществ (ПДК). Сбросы неочищенных сточных вод, отходов промышленного и сельскохозяйственного производства в реки, озёра, водохранилища, иные внутренние водоёмы резко повышают ПДК в водных источниках и тем самым существенно снижают их качество. Сброс – поступление вредных веществ в сточных водах в водный объект определяется ГОСТом. Количество сточных вод, выпускаемых в сточные объекты, определяется при помощи предельно допустимого сброса (ПДС). Под ПДС понимается масса вещества в сточных водах, максимально допустимая к отведению с установленным режимом в данном пункте водного объекта в единицу времени с целью обеспечения норм качества воды в контрольном пункте. Расчёт ПДС производится по наибольшему среднечасовому расходом сточных вод q (в $\text{м}^3/\text{ч}$) фактического периода спуска сточных вод. Концентрация загрязнений S' ст выражается в мг/л (г/м^3), а ПДС - в г/ч . ПДС с учётом требований к составу и свойствам воды в водных объектах определяется для всех категорий водопользования как произведение: [4].

Схема водоотведения и сброса очищенных сточных вод включает отводной канал, накопитель Сорбулак, Правобережный сбросной канал (ПСК) с системой водохранилищ и сброс в р. Или.

Очищенная вода по земляному каналу, протяженностью 49 км, направляется в накопитель Сорбулак, или в систему накопителей-водохранилищ Правобережного Сорбулакского канала (ПСК), откуда часть воды может сбрасываться в реку Или [3]. Смесь, уже очищенных стоков и активного ила, после аэротенков собирается в канале иловой смеси вторичных отстойников. Во вторичных отстойниках активный ил оседает и через иловые камеры, а затем возвратные эрлифтные, перекачивается в иловый канал аэротенков, откуда частично возвращается в аэротенки. Избыточный активный ил насосами главной насосной станции откачивается в приемную камеру первичных отстойников. Из первичных отстойников избыточный ил откачивается на иловые площадки совместно с сырым осадком.

Проектная (плановая) производительность сооружений механической и биологической очистки составляет 640 тыс. м^3 в сутки.

Фактический годовой объем сточных вод г. Алматы, поступающих на станцию Аэрации на протяжении многих лет (в связи с ростом города) возрастал, и достиг максимальных значений в 1990 году. В 1990 году через очистные сооружения было пропущено 212,88 млн. м^3 стоков (в среднем 583 тыс. м^3 в сут).

В последующие годы объем стоков резко уменьшился и составлял в 2005-2010 гг. в среднем - 380 тыс. м^3 в сутки, 130-139 млн. м^3 в год.

Таблица 1. Динамика поступления сточных вод на очистные сооружения

Поступление по месяцам года	Единица измерения	2008	2009	2010	2011
(январь)	тыс.м ³	12 302	11 043	10 700	11 578
(февраль)		12 018	10 330	10 118	10 780
(март)		12 641	11 510	11 633	12 163
1 квартал	тыс.м ³	36 961	32 883	32 451	34 523
(апрель)		11 559	11 614	11 167	11 646
(май)		11 498	10 890	11 069	
(июнь)		10 785	10 040	10 308	
2 квартал	тыс.м ³	33 841	32 544	32 544	
(июль)		10 867	10 064	10 308	
(август)		10 740	10 268	10 837	
(сентябрь)		10 518	10 281	9 990	
3 квартал	тыс.м ³	32 126	30 613	31 135	
(октябрь)		11 206	10 928	10 771	
(ноябрь)		10 883	10 410	10 685	
(декабрь)		11 370	10 627	11 362	
4 квартал	тыс.м ³	33 459	31 965	32 818	
ВСЕГО	тыс.м ³	136 387	128 011	129 066	

Максимальный расход поступающей на сооружения воды в период паводка составляет 8,5-9 м³/сек.

Таблица 2. Эффективность очистки сточных вод по состоянию на 2000-2010 годы, по данным лаборатории станции Аэрации, составляет:

Взвешенные в-ва	- 95,9 -:- 96,92 %	Средняя – 96,4%
БПК полн.	- 91,71 -:- 95,4 %	Средняя – 94,1%
ХПК	- 91,07 -:- 94,8 %	Средняя – 92,8%
Железо общее	- 78,0 -:- 92,78 %	Средняя – 87,5%
СПАВ	- 73,68 -:- 89,8 %	Средняя – 82,3%

Годовой сброс сточных вод по отведению в накопитель Сорбулак загрязняющих веществ определяется на каждый год в зависимости от наличия в нем резервной емкости и поддержания в нем стабильной отметки в пределах НПУ (нормальный подпертый уровень). Отметка НПУ накопителя Сорбулак составляет 620,5 м, при этом в Сорбулаке равен 900 млн.м³. Максимальная допустимая отметка накопителя Сорбулак составляет 622 м, объем при этом в накопителе составит 996,5 млн.м³. Накопитель Сорбулак функционирует с 1972 г и до 1995 г. система водоотведения города Алматы работала в тупиковом режиме. В 1990 году начаты и в 1994 г. закончены работы по строительству системы Правобережного Сорбулакского канала (ПСК) с 5-ю небольшими накопителями в естественных положениях местности и аварийным сбросным каналом в реку Или. Это позволило стабилизировать отметку в накопителе Сорбулак и предотвратить его переполнение. Сброс в реку Или, для разгрузки Сорбулака, осуществлялся в 1995-2000 гг и объем сброса ежегодно уменьшался. В 2001 г сброса в реку Или не было. На 1.04.2002 г. отметка в накопителе Сорбулак составляет 619,75 метра, объем 855,8 млн./м³. До максимально возможной отметки МПУ имеется резерв в объеме 140 млн/м³ [4].

В состав сооружений накопителя входят две низконапорные земляные плотины №1 и №2 с дренажными устройствами и насосными станциями перекачки дренажного стока, которые построены в 1991 г. с целью отсечения мелководий и защиты от подтопления автодороги «Алматы-Караганда».

Чаша и основание дамб (плотин) накопителя Сорбулак сложена малопроницаемой толщей среднечетвертичных отложений до глубины 55 м, ниже которых располагается региональный

водоупор из глинистых образований. В зоне и чаше по результатам исследований нет открытых региональных тектонических разломов и выходов трещинных вод. Наличие малопроницаемых, податливых пород под чашей водохранилища дают основание сделать вывод о невозможности влияния накопителя Сорбулак на повышение сейсмической активности данного района.

В связи с тем, что коэффициенты фильтрации подстилающих пород низкие, изменение гидрологических условий, на прилегающей к накопителю Сорбулак территории, будет проходить в течение нескольких десятков лет. Практически за это время сейсмический эффект на территории накопителя не изменится, и какого либо воздействия на устойчивость его дамб не окажет.

По проектным расчетам накопителя для распространения его зоны влияния до ближайшей реки Курты необходим промежуток времени около 1000 лет.

Приведенные в правилах нормативы качества воды водоемов относятся к створам, расположенным на проточных водоемах на 1 км выше ближайшего по течению пункта водопользования, а на непроточных водоемах и водохранилищах на 1 км в обе стороны от пункта водопользования.

Большое внимание уделяется вопросам предупреждения и устранения загрязнений прибрежных районов морей. Нормативы качества морской воды, которые должны быть обеспечены при спуске сточных вод, относятся к району водопользования в отведенных границах и к створам на расстоянии 300 м в стороны от этих границ. При использовании прибрежных районов морей в качестве приемника производственных сточных вод содержание вредных веществ в море не должно превышать ПДК, установленные по санитарно-токсикологическому, обще санитарному и органолептическому лимитирующим показателям вредности. При этом требования к спуску сточных вод дифференцированы применительно к характеру водопользования. Море рассматривается не как источник водоснабжения, а как лечебный оздоровительный, культурно бытовой фактор.

Поступающие в реки, озера, водохранилища и моря загрязняющие вещества вносят значительные изменения в установившийся режим и нарушают равновесное состояние водных экологических систем. В результате процессов превращения загрязняющих водоемы веществ, протекающих под воздействием природных факторов, в водных источниках происходит полное или частичное восстановление их первоначальных свойств. При этом могут образовываться вторичные продукты распада загрязнений, оказывающих отрицательно влияние на качество воды.

Самоочищение воды водоемов - это совокупность взаимосвязанных гидродинамических, физико-химических, микробиологических и гидробиологических процессов, ведущих к восстановлению первоначального состояния водного объекта. В связи с тем, что в сточных водах промышленных предприятий могут содержаться специфические загрязнения, их спуск в городскую водоотводящую сеть ограничен рядом требований. Выпускаемые в водоотводящую сеть производственные сточные воды не должны: нарушать работу сетей и сооружений; оказывать разрушающего воздействия на материал труб и элементы очистных сооружений; содержать более 500 мг/л взвешенных и всплывающих веществ; содержать вещества, способные засорять сети или отлагаться на стенках труб; содержать горючие примеси и растворенные газообразные вещества, способные образовывать взрывоопасные смеси; содержать вредные вещества, препятствующие биологической очистке сточных вод или сбросу в водоем; иметь температуру выше 40 °C. Производственные сточные воды, не удовлетворяющие этим требованиям, должны предварительно очищаться и лишь после этого сбрасываться в городскую водоотводящую сеть.

В реках и других водоемах происходит естественный процесс самоочищения воды. Однако он протекает медленно. Пока промышленно-бытовые сбросы были невелики, реки сами справлялись с ними. В наш индустриальный век в связи с резким увеличением отходов водоемы уже не справляются со столь значительным загрязнением. Возникла необходимость обезвреживать, очищать сточные воды и утилизировать их.

Очистка сточных вод - обработка сточных вод с целью разрушения или удаления из них вредных веществ. Освобождение сточных вод от загрязнения - сложное производство. В нем, как и в любом другом производстве, имеется сырье (сточные воды) и готовая продукция (очищенная вода).

Методы очистки сточных вод можно разделить на механические, химические, физико-химические и биологические, когда же они применяются вместе, то метод очистки и обезвреживания сточных вод называется комбинированным. Применение того или иного

метода в каждом конкретном случае определяется характером загрязнения и степенью вредности примесей.

Сущность механического метода состоит в том, что из сточных вод путем отстаивания и фильтрации удаляются механические примеси. Грубодисперсные частицы в зависимости от размеров улавливаются решетками, ситами, песколовками, септиками, навозоуловителями различных конструкций, а поверхностные загрязнения - нефтеловушками, бензомаслоуловителями, отстойниками и др. Механическая очистка позволяет выделять из бытовых сточных вод до 60-75% нерастворимых примесей, а из промышленных до 95%, многие из которых как ценные примеси используются в производстве.

Химический метод заключается в том, что в сточные воды добавляют различные химические реагенты, которые вступают в реакцию с загрязнителями и осаждают их в виде нерастворимых осадков. Химической очисткой достигается уменьшение нерастворимых примесей до 95% и растворимых до 25%. При физико-химическом методе обработки из сточных вод удаляются тонко дисперсные и растворенные неорганические примеси и разрушаются органические и плохо окисляемые вещества, чаще всего из физико-химических методов применяется коагуляция, окисление, сорбция, экстракция и т.д. Широкое применение находит также электролиз. Он заключается в разрушении органических веществ в сточных водах и извлечении металлов, кислот и других неорганических веществ. Электролитическая очистка осуществляется в особых сооружениях - электролизерах. Очистка сточных вод с помощью электролиза эффективна на свинцовых и медных предприятиях, в лакокрасочной и некоторых других областях промышленности.

Загрязненные сточные воды очищают также с помощью ультразвука, озона, ионообменных смол и высокого давления, хорошо зарекомендовала себя очистка путем хлорирования.

Среди методов очистки сточных вод большую роль играет биологический метод, основанный на использовании закономерностей биохимического и физиологического самоочищения рек и других водоемов. Есть несколько типов биологических устройств по очистке сточных вод: биофильтры, биологические пруды и аэротенки. В биофильтрах сточные воды пропускаются через слой крупнозернистого материала, покрытого тонкой бактериальной пленкой. Благодаря этой пленке интенсивно протекают процессы биологического окисления. Именно она служит действующим началом в биофильтрах.

В биологических прудах в очистке сточных вод принимают участие все организмы, населяющие водоем.

Аэротенки - огромные резервуары из железобетона. Здесь очищающее начало - активный ил из бактерий и микроскопических животных. Все эти живые существа бурно развиваются в аэротенках, чему способствуют органические вещества сточных вод и избыток кислорода, поступающего в сооружение потоком подаваемого воздуха. Бактерии склеиваются в хлопья и выделяют ферменты, минерализующие органические загрязнения. Ил с хлопьями быстро оседает, отделяясь от очищенной воды. Инфузории, жгутиковые, амёбы, колероватки и другие мельчайшие животные, пожирая бактерии, неслипающиеся в хлопья, омолаживают бактериальную массу ила.

Сточные воды перед биологической очисткой подвергают механической, а после нее для удаления болезнетворных бактерий и химической очистке, хлорированию жидким хлором или хлорной известью. Для дезинфекции используют также другие физико-химические приемы (ультразвук, электролиз, озонирование и др.).

Биологический метод дает большие результаты при очистке коммунально-бытовых стоков. Он применяется также и при очистке отходов предприятий нефтеперерабатывающей, целлюлозно-бумажной промышленности, производстве искусственного волокна [5].

Существенное влияние на повышение водооборота может оказать внедрение высокоэффективных методов очистки сточных вод, в частности физико-химических, из которых одним из наиболее эффективных является применение реагентов. Использование реагентного метода очистки производственных сточных вод не зависит от токсичности присутствующих примесей, что по сравнению со способом биохимической очистки имеет существенное значение.

Более широкое внедрение этого метода как в сочетании с биохимической очисткой, так и отдельно, может в определенной степени решить ряд задач, связанных с очисткой производственных сточных вод. В ближайшей перспективе намечается внедрение мембранных методов для очистки сточных вод.

На реализацию комплекса мер по охране водных ресурсов от загрязнения и истощения во всех развитых странах выделяются ассигнования, достигающие 2-4 % национального дохода ориентировочно, относительные затраты составляют (в %): охрана атмосферы 35,2 %, охрана водоемов - 48,0, ликвидация твердых отходов - 15,0, снижение шума -0,7, прочие 1,1. Как видно из примера, большая часть затрат - затраты на охрану водоемов. Расходы, связанные с получением коагулянтов и флокулянтов, частично могут быть снижены за счет более широкого использования для этих целей отходов производства различных отраслей промышленности, а также осадков, образующихся при очистке сточных вод, в особенности избыточного активного ила, который можно использовать в качестве флокулянта, точнее, биофлокулянта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Охрана производственных сточных вод и утилизация осадков. Под редакцией В.Н. Соколова М: Стройиздат, 1992.
2. *Сергеев Е. М., Кофф. Г. Л.* Рациональное использование и охрана окружающей среды городов. -М.: Высшая школа, 1995.
3. *Мухамеджанов С.М.* Подземные воды Казахстана и их экология. // Материалы 2-й Международной конференции научно-технической конференции. Алматы, 1998. 6-8с.
4. *Мырзахметов М., Жумартов Е.Б.* Совершенствование и развитие водоснабжения и водоотведения Казахстана в условиях рыночной экономики. /Водные ресурсы Центральной Азии. – Алматы, 2002г.
5. *Мырзахметов М., Зув В.А.* Техническое состояние систем водоснабжения и канализации больших городов. /Водные ресурсы Центральной Азии. – Алматы, 2002.

Резюме

Су қорларын қорғау және тиімді қолдану - бұл табиғатты қорғаудың дүниежүзілік мәселелердің кешендік буындарының бірі.

Summary

Protection and rational use of water resources - is one of the links in a complex global environmental issue.

КазНТУ им. К.И. Сатпаева

Поступила 03.07.12 г.