

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Тихонова, И.О. Экологический мониторинг водных объектов / И.О. Тихонова, Н.Е. Кручинина, А.В. Десятов – М.: Форум НИЦ ИНФРА-М, 2012. – 152 с.
2. Шевченко, Л.Я. Утилизация осадков водопроводных станций / Л.Я. Шевченко // Водоснабжение и санитарная техника. – № 4. – 1985. – С. 21.
3. Химия промышленных сточных вод / Пер. с англ. под ред. А.М. Рубина – М.: Химия, 1983. – 360 с.
4. Науменко, Л.Е. Технология очистки промывных вод станций обезжелезивания коагулированием в присутствии фосфатов: диссертация кандидата технических наук: 05.23.04 / Л.Е. Науменко – Брест, 2009. – 190 с.
5. Строкач, П.П. Практикум по технологии очистки природных вод / П.П. Строкач, Л.А. Кульский. – Минск: Вышэйшая школа, 1980. – 320 с.
6. Лурье, Ю.Ю. Унифицированные методы анализа вод / Ю.Ю. Лурье – Москва: Химия, 1973. – 376 с.

Материал поступил в редакцию 05.03.15

LEVCHUK N.V., NOVOSILTSEVA A.G. Method phosphate removal when cleaning natural and wastewaters

The article presents a method of phosphate removal from wastewater using reagents prepared from sludge wash water deironing stations.

УДК 556.18(476)

Волчек А.А., Валуге В.Е., Мешик О.П., Дашкевич Д.Н.

СНИЖЕНИЕ НЕГАТИВНЫХ ПОСЛЕДСТВИЙ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА И МЕРЫ ПО АДАПТАЦИИ К НИМ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

Введение. Объективная необходимость адаптационных мер.

Современные изменения/колебания параметров климата Беларуси исследователями коррелируются с факторами глобального потепления, а водные ресурсы по своей структуре, объемам, качественным характеристикам оцениваются на фоне постоянно увеличивающейся антропогенной нагрузки на водные экосистемы в целом. Выявленные тенденции в изменениях атмосферных осадков, температур и дефицитов влажности воздуха за репрезентативный период (1985–2009) нами положены в основу моделирования основных климатических параметров и прогнозных оценок изменений гидрологических режимов рек/водоохозяйственных объектов по состоянию на 2020 год [1]. Установлено, что годовой сток рек бассейнов Западной Двины и Вилии в перспективе снизится в среднем на 5–10%, Немана и Западного Буга не изменится, а Днепра и Припяти увеличится до 20%. В ряде развитых сельскохозяйственных регионов страны возможно ухудшение их обеспеченности водой, как и нужд растущего населения и развивающейся промышленности.

Очевидны два стандартных пути удовлетворения дополнительных потребностей в воде в условиях изменений климата:

- снижение удельного потребления водных ресурсов на основе прогрессивных технологий водосбережения, введение эффективных экономических и административных инструментов (плата за воду, штрафы за ее перерасход и т.д.);
- экстенсивное наращивание суммарного потребления воды за счет внутренних и внешних источников (подземные воды, переброска водных ресурсов из водообеспеченных регионов и т.д.).

Адаптационные меры по снижению негативных влияний на водохозяйственные объекты должны включать соответствующие экономические механизмы и инструменты, стимулирующие как проведение комплекса крупномасштабных мероприятий, так и мероприятий регионального характера, интегрирующих в себе изменение климатических условий на местном уровне.

В широком понимании «адаптация» – приспособление природных и антропогенных систем к произошедшим/ожидаемым изменениям климата (их последствиям) при учете чувствительности, уязвимости, приспособляемости систем к последствиям.

Решение проблемных научно-технических задач невозможно без разработки широкого плана действий, как основы соответствующей политики и мер, актуальных в краткосрочном, среднесрочном и долгосрочном периодах. Стратегии и меры адаптации водохозяйственных объектов к современным изменениям климата должны разраба-

тываться в контексте всесторонней оценки их уязвимости. При невозможности структурной оценки уязвимости, из-за отсутствия реальной информации, стратегии и меры адаптации должны основываться на общедоступной глобальной или местной информации, например, как проекции изменений в гидрологии, сочетаемые с экспертным и местным знанием.

Цели разрабатываемой стратегии увязываются с целями развития, мнениями заинтересованных сторон и наличием ресурсов. Процесс принятия решений осуществляется ответственными лицами органов власти (национальных, региональных, местных, их подразделений), а также частного сектора и гражданского общества. Поощрение их участия в стратегическом планировании позволит минимизировать риск недооценки всего спектра адаптационных мер или недостаточную их идентификацию. В пределах оценки риска и в процессе принятия решений, различия в представлениях о рисках и ценностях должны быть сведены к нулю.

Адаптационные меры – многозвенная система: предотвращение негативных последствий, повышение устойчивости водохозяйственных объектов, подготовка и проведение ответных мер, восстановление объектов. Меры по предотвращению и повышению устойчивости связаны как с постепенными/перманентными воздействиями изменений климата, так и с проявлением экстремальных климатических явлений. Меры по подготовке, реагированию и восстановлению относятся, главным образом, к экстремальным явлениям, таким как наводнения и засухи.

Меры широко варьируются и представляют симбиоз структурных и неструктурных, нормативных и экономических инструментов, образовательных, просветительских и других мер. В настоящее время большинство стратегий адаптации замкнуто на структурных аспектах, например, на защитных дамбах. Вместе с тем, неструктурные меры заключают в себе ценную информацию и сказываются на потенциале реализуемых решений. Оптимально сочетаемые меры по определению дополняют и усиливают друг друга, их комплекс минимизирует затраты, обеспечивает высокую эффективность инженерно-технических мероприятий.

Если воздействия изменения климата проявляются в различных временных масштабах, то катастрофические события происходят в сравнительно короткие периоды времени. Многие «эффекты» изменения климата проявляются в течение более длительных временных периодов и будут адекватно оцениваться по мере накопления информации. Единого, определенного и окончательного набора мер не

Валуге Владимир Егорович, к.т.н., доцент, профессор кафедры природообустройства Брестского государственного технического университета.

Мешик Олег Павлович, к.т.н., доцент, зав. кафедрой природообустройства Брестского государственного технического университета.

Дашкевич Денис Николаевич, ст. преподаватель кафедры природообустройства Брестского государственного технического университета. Беларусь, БрГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.

существует. В первую очередь разрабатываются меры реагирования на последствия, представляющие наибольший риск для здоровья населения.

Обсуждение комплекса адапционных мер как составных элементов стратегии защиты водных и водохозяйственных объектов. Регуляторами меры практического воздействия на водные и водохозяйственные объекты современных изменений климата служат конституционные гарантии, соответствующие законы, подзаконные акты, положения, стандарты, основанные на международных конвенциях, соглашениях. Финансовые и рыночные инструменты в виде концессий, лицензий, разрешений, налогов, льгот, сборов, платы за услуги пользователями, гарантии выполнения обязательств, маркировки, политики закупок, сертификации продукции и требований об открытии информации являются средствами достижения целей. Образовательные, информационные услуги, системы экологического менеджмента и аудита – составные элементы текущей практики управления, в т.ч. возможности прекращения действия существующих структур, повышающих уязвимость, снижающих эффективность работы специалистов.

Особо необходимо отметить меры предотвращения, которые принимаются для предупреждения негативных последствий изменения климата для водохозяйственной отрасли. На этой стадии разрабатываются карты рисков, угроз и уязвимости, которые учитывают различные сценарии (среднесрочные и долгосрочные их проекции).

Меры предотвращения включают: минимизацию, полное прекращение градостроительства в районах, подверженных наводнениям; разработку и внедрение водосберегающих технологий в секторах, особо зависящих от изменений водных ресурсов (сельское хозяйство/промышленность); восстановление/защита водно-болотных угодий; устройство лесонасаждений, предотвращение оползней, восстановление плодородия деградированных почв. Меры предотвращения являются составной частью разносрочных проектов.

Меры повышения устойчивости водохозяйственных объектов в своей основе нацелены на повышение имеющейся способности природной и социально-экономической систем к будущим изменениям. Степень устойчивости к внешним воздействиям часто повышается за счет перехода к действиям, которые в меньшей мере уязвимы от климата. Меры по повышению сопротивляемости направлены на долгосрочные виды развития например на замену специализации хозяйств-землепользователей, связанное с ней совершенствование структур севооборотов и др. Повышение сопротивляемости/устойчивости планируется на среднесрочную перспективу. При этом важно учитывать адапционные способности к изменению климата. Экосистемы вносят существенный вклад в регулирование паводков за счет снижения изменчивости гидрологических явлений.

Подготовительные меры рассматриваются через призму сокращения негативных последствий экстремальных явлений в управлении водными ресурсами. Для обоснования подготовительных мер необходимы как краткосрочные прогнозы погоды, так и прогнозы на сезон и разработанные карты рисков по нескольким сценариям.

Подготовительные меры включают в себя создание систем раннего предупреждения, планирование, на случай чрезвычайных ситуаций, повышение осведомленности, увеличение запасов воды, регулирование спроса на водные ресурсы и технологическое развитие. По своему характеру подготовительные меры разрабатываются для длительного периода времени.

Ответные меры нацеливаются на смягчение прямых негативных последствий экстремальных явлений. Для обоснования ответных мер необходимы сезонные и краткосрочные прогнозы погоды. Ответные меры включают в себя, например, эвакуацию, создание служб по снабжению питьевой водой и проведению санитарно-профилактических мероприятий в пределах или за пределами районов, пострадавших в процессе экстремальных явлений, перемещение имущества из подверженных наводнению зон, и т.п. Ответные меры относятся к оперативному уровню управления.

Восстановительные меры направлены на восстановление экологической, социальной и природной системы после воздействия на

нее экстремального явления. Для обоснования восстановительных мер необходимы как сезонные, так и долгосрочные прогнозы. Меры восстановления включают реконструкцию инфраструктуры и действуют на тактическом уровне (краткосрочном и долгосрочном), включая восстановление электроснабжения. Восстановительные меры также включают страхование как механизм переноса риска.

До и после принятия ответных и восстановительных мер необходимо провести оценку предупредительных мер и мер по повышению устойчивости, а также подготовительных, ответных и восстановительных мер, связанных с экстремальным явлением.

Временные масштабы адапционных мер. Долгосрочные меры включают реагирование на долгосрочные (в пределах десятилетий) изменения климата и, соответственно, долгосрочные проекции изменения климата, т.е. выходят за рамки планирования в водохозяйственном секторе, поскольку влияют на модель развития и социально-экономические условия посредством осуществления изменений в институциональных механизмах и нормативно-правовой базе.

Среднесрочные меры относятся к решениям по реагированию на среднесрочные (одно – два десятилетия) проекции изменения климата и предусматривающие необходимые корректировки в системе мер посредством гидрологического планирования, таких как управление рисками (например, планы борьбы с засухой и наводнениями).

Краткосрочные меры относятся к реагированию на выявленные проблемы, обусловленные преимущественно текущим климатом, т.е. при существующей гидрологической изменчивости. Они соответствуют мерам, которые могут быть приняты на уровне действующих институциональных, правовых и инфраструктурных систем, и обычно касаются оценки рисков, обеспечения готовности и снижения уязвимости (например, пересмотр водохозяйственного баланса в период засухи).

Необходимо увязывать кратко-, средне- и долгосрочное планирование, что позволяет избежать коллизий в планируемых мерах.

Возможности полезных моделей по реализации адапционных мер для водных и водохозяйственных объектов. Широко известны случаи заморов рыб в водоемах и прудах Беларуси, с ними связаны экономические ущербы и экологические проблемы. Рыбы, как и все живые организмы, не могут жить без кислорода. Если человек использует при дыхании от 1% до 2% поглощенного кислорода, то рыбам необходимо его от 20% до 40%. Одним из перспективных направлений в борьбе с заморами рыб является искусственная аэрация воды. Цель аэрации – обогащение кислородом воды, особенно при выращивании рыбы для пищевых целей. Аэрация способствует окислительным процессам, минерализации загрязнений, препятствует высвобождению фосфора из донных отложений, что приводит к оздоровлению экологической обстановки в водоемах.

В Брестском государственном техническом университете предложены перспективные конструкции мобильных аэрационных устройств для интенсивного насыщения и перемешивания воды путем использования современного погружного оборудования, струйных насосов и аэромешалок, обеспечивающих высокие скорости насыщения кислородом и акваториального перемешивания воды на различных глубинах [2, 3, 4, 5].

Устройство для насыщения кислородом природных вод (НКПВ). Устройство для НКПВ (далее устройство) относится к аэрационному оборудованию и может быть использовано для сохранения естественного состояния водоемов, борьбы с заморами рыбы и при очистке сточных вод [2], рисунок 1.

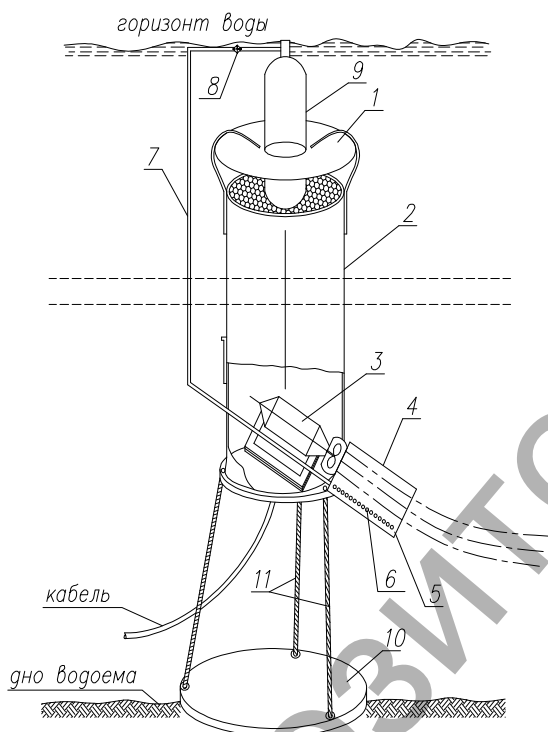
С помощью полезной модели повышается скорость насыщения кислородом природных вод при достаточном их перемешивании. Технический результат – источник чистого кислорода, включен в аэрационный узел из микропористых элементов, расположенных в направляющем насадке осевого насоса для эксплуатации в природных условиях.

Схема устройства для НКПВ представлена на рисунке 1. К поплавку 1 прикреплена (с зазором) труба 2, в нижней части которой установлен насос 3. По оси насоса 3 (с зазором) смонтирован направляющий

цилиндро-призматический насадок 4 с узлом пневмоаэрации 5, состоящим из мелкопористых элементов 6, присоединенных к кислородопроводу 7 и через редукционный клапан 8 – к кислородному баллону 9. Труба 2 с дном водоема соединена якорем 10 и тросами 11.

Действует устройство следующим образом: насосом 3 по трубе 2 подается поток воды в виде затопленной струи, входящей в цилиндрико-призматический насадок 4. В нижнюю часть насадка 4 посредством пневмоаэрационного узла 5 через мелкопористые элементы 6 барботируются мелкие пузырьки кислорода, подаваемого по кислородопроводу 7 через редукционный клапан 8 из кислородного баллона 9. Устройство, посредством якоря 10 и тросов 11 может быть установлено в любом створе водоема. Благодаря высокой перемешивающей способности газожидкостной затопленной струи, распространяющейся на большие расстояния, в воде водоема интенсивно растворяется кислород, при максимальном (свыше 90 %) его использовании.

Высокий уровень технико-экономической эффективности НКПВ достигается за счет повышения качества аэрации, обработки воды кислородом, озоном, пероксидом водорода больших акваторий, в т.ч. в зимний период, когда наблюдаются массовые заморы рыбы.



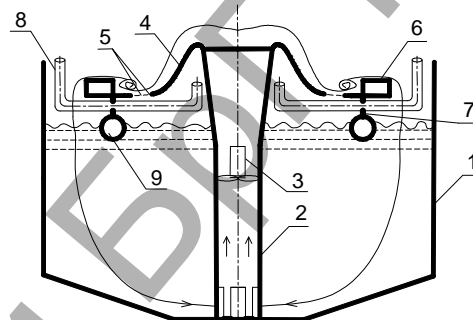
1 – поллавок, 2 – труба, 3 – насос, 4 – насадок, 5 – узел аэрации, 6 – мелкопористые элементы, 7 – кислородопровод, 8 – редукционный клапан, 9 – кислородный баллон, 10 – якорь, 11 – трос
Рис. 1. Схема установки для насыщения кислородом природных вод (НКПВ)

Устройство для аэрации жидкости. Предлагаемое устройство – гидравлический аэратор, использующий кинетическую энергию струй рабочей жидкости, включающий аэрацию жидкости свободнопадающей струей, истечение через насадки, водосливы, быстротки, водосбросы, движение жидкости в которых сопровождается захватом воздуха, дроблением его на пузырьки, обогащение кислородом при проведении процессов очистки природных и сточных вод, аэрации водоемов [3], рисунок 2.

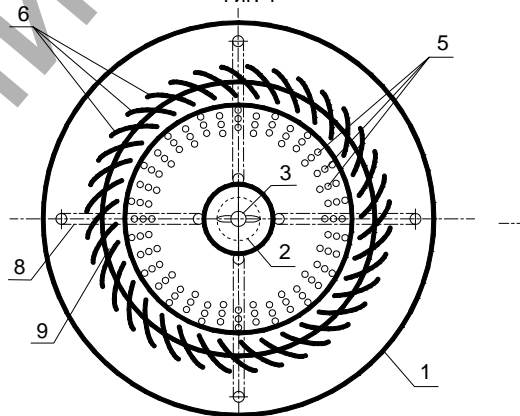
Полезная модель позволяет повысить эффективность аэрации иницированием кольцевого гидравлического прыжка с образованием обратного тока жидкости и интенсивности массопередачи кислорода в жидкость за счет дополнительного ее перемешивания в тороидальном газожидкостном вальце гидравлического прыжка. Кроме

того, подача дополнительного количества воздуха в зону гидравлического прыжка позволяет увеличивать и регулировать производительность по кислороду, в итоге – окислительную мощность сооружений для очистки сточных вод.

Устройство для аэрации (рис. 2) состоит из аэрационного резервуара 1, вертикальной полой колонны 2 с погружным насосом 3, присоединенной к водосливу 4, выполненному в виде оболочки вращения двойкой кривизны с очертанием водосливной стенки трапецеидального профиля со скругленными углами. В нисходящей периферийной части водосливной стенки предусмотрены водоподводящие отверстия 5, с присоединенными за ними отбойниками-струерассекателями 6, образующими между собой циркуляционные каналы. К периферийной стенке водослива 4 присоединена перегородка 7 с воздухоподводящими патрубками 8 и понтоном 9, выполненным в виде тора.



Фиг. 1



Фиг. 2

1 – аэрационный резервуар, 2 – вертикальная полая колонна, 3 – погружной насос, 4 – водослив, 5 – отверстия, 6 – отбойники-струерассекатели, 7 – перегородка, 8 – воздухоподводящие патрубки, 9 – понтон
Рис. 2. Устройство для аэрации жидкости

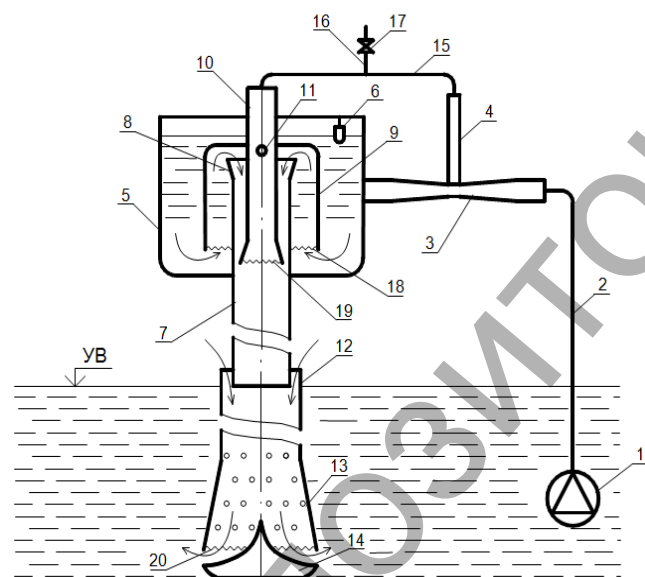
Погружной пропеллерный осевой насос 3 забирает обрабатываемую жидкость у дна аэрационного резервуара 1 и подает по расширяющейся кверху вертикальной колонне 2, формируя плавно изменяющийся восходящий поток жидкости. Жидкость, переливаясь через водослив 4 за счет рациональной его геометрии, плавно растекается в радиальном направлении вниз. При этом глубина жидкости уменьшается и скорость ее увеличивается. При подходе жидкости к равномерно расположенным по кругу отбойникам-струерассекателям 6, возникает совершенный гидравлический прыжок с образованием газожидкостного вальца, характеризующийся наличием тороидального циркуляционного контура с зоной увлечения воздуха, дробления его на мелкие пузырьки и интенсивной массопередачи кислорода. Дополнительное количество воздуха, увеличивающее производительность по кислороду, подсасывается через отверстия в восходящей периферийной стенке водослива 4. Далее рабочая жидкость поступает в радиальные циркуляционные каналы, образованные отбойниками-струерассекателями 6. При ударе о них

происходит подпор азрируемого потока и излив на поверхность обрабатываемой жидкости в резервуар 1, что приводит к дополнительной аэрации потока (за счет вовлечения при падении жидкости дополнительного количества воздуха). Посредством погружной перегородки 7 и понтона 9, прикрепленных к водосливу 4 и полой колонне 2, конструкция устройства для аэрации удерживается на плаву. При этом воздушная полость между ними и поверхностью жидкости образует воздушный колокол, куда через воздухоподводящие патрубки 8, сообщаемые с атмосферой, поступает дополнительный воздух через отверстия 6 в зону гидравлического прыжка.

Технико-экономическая эффективность предлагаемого устройства обеспечивается за счет повышения его аэрационных характеристик (коэффициента использования кислорода воздуха на 30–60 %; эффективности аэрации в 4–6 кг O₂/кВт·ч; более совершенной гидроаэродинамики; возможности циркуляционного перемешивания жидкости при любой глубине аэрационного резервуара).

Струйный аэратор. Струйный аэратор относится к гидравлическим устройствам для насыщения жидкости газом при биохимической очистке природных и сточных вод, а также в микробиологической промышленности [4], рисунок 3.

Полезная модель позволяет повысить эффективность аэрации жидкости путем автоматического возникновения вакуума и, в результате, надежного засифонирования, т.е. включения в работу в циклическом режиме с одновременным дополнительным эжектированием воздуха и его интенсивным перемешиванием и дроблением в закрученном газожидкостном потоке, поступающем в приемную емкость (приемник) струйного аэратора, что позволяет увеличить и регулировать производительность по кислороду струйного аэратора.



1 – насос, 2 – питающий трубопровод, 3 – водовоздушный эжектор, 4 – воздухозаборный патрубок эжектора, 5 – приемная емкость, 6 – датчик уровня, 7 – аэрационная труба, 8 – конфузор, 9 – колпак, 10 – воздухозаборный патрубок аэрационной трубы, 11 – отверстия, 12 – направляющий патрубок, 13 – диффузор, 14 – полый струерассекатель, 15 – воздухоподводящая труба, 16 – воздухоподводящий патрубок, 17 – электромагнитный клапан, 18, 19, 20 – зубчатые кромки
Рис. 3. Струйный аэратор

Струйный аэратор работает следующим образом: насосом 1 по питающему трубопроводу 2 вода постоянно подается в приемник 5 тангенциально в виде водовоздушной смеси. При этом по воздухозаборному патрубку эжектора 4 и воздухоподводящей трубе 15 с воздухоподводящим патрубком 16 через открытый электромагнитный клапан 17 засасывается воздух водовоздушным эжектором 3. Поток водовоздушной смеси закручивается, скорость его падает от периферии к центру приемника 5, и пузырьки воздуха выделяются,

обеспечивая массоперенос кислорода. Затем вода поступает в кольцевое пространство между колпаком 9 и аэрационной трубой 7 в виде восходящего потока, который переливается через верхнюю кромку конфузора 8 в аэрационную трубу 7. Вода в приемнике 5 достигает верхнего уровня, при этом срабатывает датчик уровня 6 и посредством блока управления (на рисунке не показан) закрывается электромагнитный клапан 17. Доступ воздуха в водовоздушный эжектор 3 прекращается, и в воздухоподводящей трубе 15 возникает разрежение, что приводит к вакуумированию подколпачкового пространства через отверстия 11 воздухозаборного патрубка аэрационной трубы 10 и, в конечном итоге, к засифонированию устройства. После этого электромагнитный клапан 17 открывается, и вода с большой скоростью сбрасывается через кольцевую щель, образованную аэрационной трубой 7 и зубчатыми кромками 19 воздухозаборного патрубка аэрационной трубы 10, через который вовлекается воздух по центру аэрационной трубы 7, диспергируясь внутри турбулентного кольцевого ниспадающего потока воды. Далее струя жидкости с большой скоростью истекает в затопленный направляющий патрубок 12 с диффузором 13. При этом в кольцевой зазор между торцом аэрационной трубы 7, с направляющим патрубком 12, захватывается и диспергируется воздух. Затем затопленная газожидкостная струя натекает на полый струерассекатель 14 и истекает в радиальном направлении в окружающую жидкость. Слив жидкости через аэрационную трубу 7 происходит до снижения уровня ее в приемной емкости 5 до низа колпака 9. При этом происходит разрыв струй потока и цикл слива прекращается. Затем уровень воды в приемной емкости 5 повышается и вышеописанный цикл работы повторяется.

Выполнение струерассекателя 14 по полуарке циклоиды вращения (кривой кратчайшего спуска) обеспечивает безударное натекание, что способствует большей дальности аэрированной радиальной струи.

Изготовление зубчатых синусоидальных кромок 18, 19, 20 повышает турбулентность воды, что способствует интенсификации массопереноса кислорода в обрабатываемую воду.

Технико-экономическая эффективность обеспечивается повышением эффективности аэрирования за счет увеличения объема эжектируемого воздуха, интенсификации процесса массопереноса кислорода, а также возможности аэрирования больших объемов воды при минимальных энергозатратах.

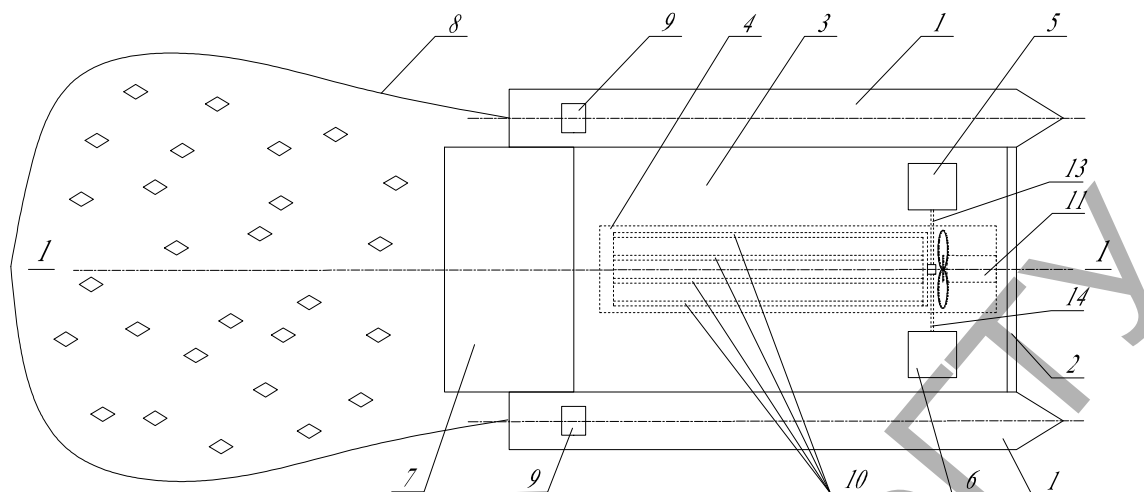
Устройство для аэрации воды, концентрации и лова рыбы.

Устройство для аэрации воды, концентрации и лова рыбы относится к универсальному оборудованию для озерного рыбоводства и может быть использовано в заморных водоемах, озерах, старицах и неспускаемых прудах [5], рисунок 4.

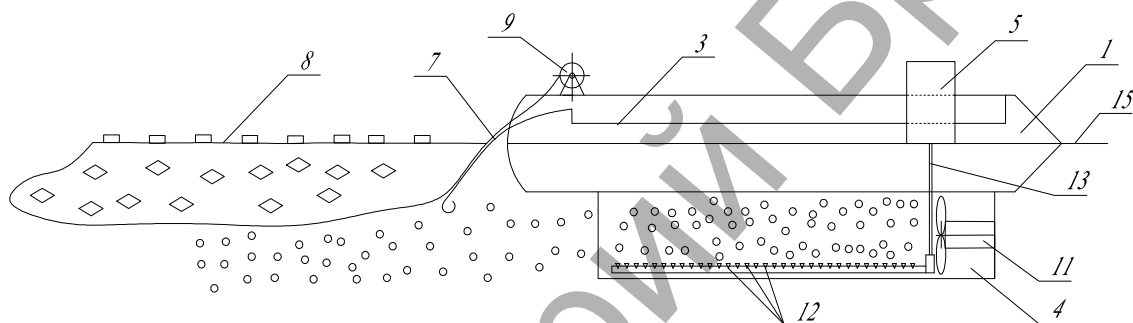
Полезная модель позволяет повысить скорость и эффективность насыщения воды растворенным кислородом в процессе циркуляционного перемешивания ее в зоне траления и лова рыбы, а также позволяет управлять потоками проаэрированной воды в различных направлениях по акватории рыбоводных водоемов.

Устройство (рис. 4) для аэрации воды, концентрации и лова рыбы работает следующим образом. В аэраторе-потокообразователе 4 с помощью мешалки 11 создается поток воды, который насыщается кислородом через ультрапористые трубчатые диспергаторы кислорода 12 трубчатого модуля 10. Кислород подается в трубчатый модуль 10 из генератора кислорода 5 через газопровод 13. Также к трубчатому модулю 10 поступает подкормка для рыбы из емкости для подкормки 6 через трубопровод 14. Вследствие этого на выходе из аэратора-потокообразователя 4 образуется зона с высоким содержанием кислорода и подкормки. Рыбы при низком содержании кислорода в водоеме сосредоточиваются в зоне с наибольшим содержанием кислорода и, тем самым, образуют область повышенной их концентрации. Из этой области рыбу тралом 8 с помощью тросолебедочного механизма 9 втягивают по слипу 7 на палубу 2. Устройство для аэрации воды, концентрации и лова рыбы также может работать только в режиме аэрации воды или подкормки рыбы.

На рисунке 4 (фиг. 1) представлена схема устройства для аэрации воды, концентрации и лова рыбы, а также разрез 1 – 1 (фиг. 2)



Фиг. 1



Фиг. 2

1 – понтон, 2 – рама, 3 – палуба, 4 – аэратор-потокообразователь, 5 – генератор кислорода, 6 – емкость для кормки, 7 – слип, 8 – трал, 9 – тросолебедочный механизм, 10 – трубчатый модуль, 11 – мешалка, 12 – ультрапористые трубчатые диспергаторы кислорода, 13 – газопровод, 14 – трубопровод, 15 – ватерлиния

Рис. 4. Устройство для аэрации воды, концентрации и лова рыбы

устройства для аэрации воды, концентрации и лова рыбы. Устройство смонтировано на раме 2, которая поддерживается на плавучесть с помощью двух понтонов 1. На раме размещена палуба 3, под которой закреплен аэратор-потокообразователь 4, состоящий из трубчатого модуля 10, мешалки 11 и ультрапористых трубчатых диспергаторов кислорода 12. В надводной части палубы располагаются генератор кислорода 5 и емкость для кормки 6, которые соединены с трубчатым модулем 10 с помощью газопровода 13 и трубопровода подачи кормки 14. Палуба 3 сопрягается со слипом 7 с отбортовой на уровне ватерлинии 15. На понтонах 1 установлены тросолебедочные механизмы 9 для приема трала 8.

Технико-экономическая эффективность обеспечивается повышением качества аэрации водных объектов с увеличением количества вылавливаемой рыбы.

Заключение. Подходы к стратегиям разработки адаптационных мер.

Наряду с общими задачами в сфере повышения экономической эффективности, экологической устойчивости водных объектов в начале разработки вариантов их адаптации к современным изменениям климата необходимо определить расширенный круг специфических задач, которым должна отвечать стратегия адаптации в целом [6].

Прежде всего необходимо в общем оценить уже осуществляемые и новые политики и меры по адаптации или управлению водными ресурсами на предмет их способности противостоять нынешним и будущим изменениям климата и уменьшить уязвимость, в т.ч. в сфере социально-культурной приемлемости.

Далее необходимо описать существующие альтернативные меры адаптации. Характеристика мер должна увязываться с целью, сроками, обязательствами, финансовыми потребностями, технической осуществимостью, возможными барьерами в осуществлении, потенциалом осуществления и поддержания. Особое место должно быть уделено рискам, выгодам и затратам при каждом варианте, основным параметрам, влияющим на решение, основным неопределенностям и чувствительности к ним конечных результатов, распространению воздействия различных вариантов на разные общественные группы во времени и в пространстве. Однако подобный анализ может не привести к рекомендации единственного варианта.

Идентификация и оценка различных мер адаптации подразумевает поиск вариантов с несущественными социальными, экономическими и экологическими последствиями с учетом целей развития, процесса принятия решения, мнений заинтересованных сторон и имеющихся ресурсов.

Варианты могут быть найдены с помощью различных методов – от систематического качественного анализа, полуквантитативного анализа для сравнения различных атрибутов или параметров до полного качественного анализа рисков, затрат и выгод. Примерами методов проведения такого анализа являются: анализ затрат и выгод, анализ затратоэффективности, анализ на основе множества критериев и экспертное заключение.

«Наилучший» или «предпочтительный» вариант может заключать в себе сочетание элементов различных вариантов.

Стратегическая экологическая оценка (СЭО) является инструментом поддержки принятия решения, декларированной в законодательстве растущего числа стран и имеющей своей целью идентифи-

кацию и оценку альтернативных вариантов. СЭО может оказать поддержку при выборе адаптационных мер.

Одним из необходимых предварительных условий ранжирования мер и определения их предстоящего финансирования является оценка расходов на осуществление. Необходимо провести сравнение соотношения «затраты-выгоды» в альтернативных стратегиях. Затраты должны включать как единовременные издержки в виде капитальных вложений, так и текущие расходы, в том числе оперативные. Помимо прямых расходов, зачастую существуют и косвенные расходы (например, в виде дополнительного бремени на административную систему данной страны) и внешние издержки (связанные, например, с негативными воздействиями в другом секторе). Затраты следует, по возможности, представлять в денежном выражении. Когда это невозможно, например в случае изменений в экосистемах, такие факторы следует включать в качественном выражении. Для успешного количественного выражения и определения ценности используемых ресурсов, которые невозможно выразить рыночной ценой, могут быть востребованы иные методы, адекватные процессу разработки.

Оценка «выгоды» мер, их влияния на окружающую среду и общество может быть осуществлена путем сравнения случаев «с ними» и «без них». Эти влияния следует описывать в виде вклада в достижение целей стратегии, предпочтительно вновь в денежном выражении.

Как и в случае с затратами, последствия могут быть как системоспецифическими (например, для здоровья людей, сельского хозяйства, окружающей среды, биоразнообразия, инфраструктуры и т.д.), так и много – или межсекторальными. Затраты и выгоды являются зеркальными отображениями и, зачастую, выгоды приводят к снижению (социальных) затрат. Оценка вариантов должна включать аспекты справедливости и оценку того, кто извлечет выгоду.

Процесс анализа соотношения «затраты-выгоды» настолько же важен, насколько важны его результаты. Прозрачные процессы, которые поощряют высокий уровень участия, могут обеспечить поддержку общественности и ключевых заинтересованных сторон в принятии адаптационных мер, а также гарантировать, что все затраты и все выгоды адекватно представлены в анализе. Именно поэтому анализ затрат и выгод должен быть подвергнут существенной партнерской и экспертной оценкам.

Оценку мер адаптации следует всегда проводить путем сопоставления «выгод» и связанных с ними «затрат» при надлежащем дисконтировании, принимая в то же время во внимание не имеющие денежного выражения ценности. В частности, анализы рентабельности и эффективности затрат должны включать соображения справедливости, которые жизненно важны при выборе эффективных и обоснованных мер.

Дисконтирование (метод для оценки затрат и выгод с течением времени, используемый для сведения потока будущих затрат и выгод в их единую стоимость на настоящий момент) является важной концепцией, поскольку может оказать существенное влияние на результаты расчетов при исчислении рентабельности. Например, высокая дисконтная ставка (ставка, показывающая степень готовности общества поступиться настоящим во имя будущего потребления) будет способствовать избеганию расходов на адаптацию сейчас, в то время как низкий коэффициент дисконтирования стимулирует принятие безотлагательных действий.

Установление дисконтной ставки является неоднозначной проблемой, которая затрагивает этические и философские вопросы, связанные с определением функции социальных благ от поколения к поколению.

Выбор приоритетов требует выбора критериев для взвешивания различных факторов. Эти критерии могут также выступать в роли индикаторов успеха или неудачи реализации целей и могут быть использованы программой мониторинга или оценки адаптационных стратегий, политических курсов и мер.

Несогласованные действия между секторами могут оказаться неэффективными и даже привести к контрпродуктивным результатам, поскольку меры в одном секторе могут привести к увеличению

уязвимости в другом и/или снизить эффективность ранее принятых в этом секторе адаптационных мер. Отсюда следует, что при разработке и оценке вариантов необходимо применять межсекторальный подход. В случае водных ресурсов, это еще более важно, поскольку от них зависит большинство других секторов.

Процесс формулирования вариантов, определения приоритетности и выбора мер по адаптации должен осуществляться с участием широкой группы заинтересованных сторон. Важно, чтобы они привлекались на всех этапах процесса: выбор метода, выбор критериев, практическое использование метода. Для определения заинтересованных сторон необходимо провести соответствующий анализ. В частности, необходимо привлекать к работе лиц, которые подвергаются риску. Использование местных знаний и опыта, получение поддержки на местах и мобилизация местных ресурсов являются факторами, повышающими эффективность адаптации.

Зачастую между планированием и оценкой адаптации, с одной стороны, и ее осуществлением, с другой, существует определенный разрыв. Это обусловлено целым рядом препятствий, включая отсутствие потенциала, данных, информации и ресурсов. В этой связи, исключительно важно обеспечить в процессе планирования адаптационных мер тщательный учет всех аспектов, которые могут препятствовать их внедрению.

Окончательная стратегия адаптации должна быть одобрена на надлежащем политическом уровне, в зависимости от национальной значимости. Согласованная стратегия адаптации должна быть опубликована и представлена вниманию всех заинтересованных сторон и должна сопровождаться соответствующим графиком осуществления мер, четким распределением обязанностей и финансовой стратегией. Осуществление стратегии должно начинаться как можно скорее, после ее согласования, и регулярно оцениваться.

Мониторинг соблюдения и соответствия является ключевым аспектом, относящимся как к специфическим мерам адаптации водных объектов к изменениям климата, так и к существующим мерам, стимулирующим устойчивое (рациональное) использование водных ресурсов.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Волчек, А.А. Изменение и прогноз водных ресурсов, вызванных антропогенными и природными факторами / А.А. Волчек, В.Е. Валуев, О.П. Мешик, Д.Н. Дашкевич, С.И. Парфомук // Вестник Брестского государственного технического университета. – 2014. – №2 (86). Водохозяйственное строительство, теплотехника и геоэкология. – С. 8–13.
2. Устройство для насыщения кислородом природных вод: пат. 8219 Респ. Беларусь, МПК (2006.01) С 02 F 7/00 / А.А. Волчек, Д.Н. Дашкевич, Е.И. Дмухайло; заявитель Брестский государственный технический университет. – № u 20110830; заявл. 27.10.2011; опубл. 30.04.2012 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2012. – №2. – С. 228.
3. Устройство для аэрации жидкости / пат. 8938 Респ. Беларусь, С 02F 3/24 / А.А. Волчек, Д.Н. Дашкевич, Е.И. Дмухайло, С.Г. Белов; заявитель Учреждение образования «Брестский государственный технический университет». – № u 20120663; заявл. 07.09.2012; опубл. 28.02.2013 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2013. – № 1(90). – С. 230.
4. Струйный аэратор: пат. 9235 Респ. Беларусь, С 02F 3/16 / С.Г. Белов, Д.Н. Дашкевич, Е.И. Дмухайло; заявитель Учреждение образования «Брестский государственный технический университет». – № u 20121032; заявл. 23.11.2012; опубл. 30.06.2013 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2013. – № 3(92). – С. 198.
5. Устройство для аэрации воды, концентрации и лова рыбы: пат. 10110 Респ. Беларусь, А 01 К 79/00 / А.А. Волчек, Д.Н. Дашкевич, Е.И. Дмухайло; заявитель Учреждение образования «Брестский государственный технический университет». – № u 20130915; заявл. 11.11.2013; опубл. 30.06.2014 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2014. – № 3. – С. 147.
6. ЕЭК ООН, 2009 год. Руководство по водным ресурсам и адаптации к изменению климата.

Материал поступил в редакцию 28.04.15

The paper proposed adaptation measures to reduce the negative impacts of climate changes on water infrastructure. The measures of prevention, measures to enhance the stability, the preparatory measures, response and recover-and conservatory measures. Presents the design of mobile devices aeration.

УДК [502.3:543.632.552] (476.7)

Жуценёв Б.Н., Сук Е.В.

ПРИЧИНЫ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУШНОГО БАССЕЙНА Г. БРЕСТА ДУРНО ПАХНУЩИМИ ВЕЩЕСТВАМИ И СПОСОБЫ ИХ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ

Введение. Работа систем водоотведения, канализационных насосных станций и очистных сооружений канализации решает экологические, социальные и экономические вопросы. Однако значительное количество сооружений и проходящие в них процессы анаэробного брожения сточных вод ведут к образованию большого количества токсичных дурно пахнущих летучих соединений, которые из-за технологического несовершенства систем канализации попадают в окружающую среду и, как результат, проникают в организм человека через органы дыхания и кожу.

Цель: анализ методов предотвращения поступления в окружающую среду токсичных и дурно пахнущих летучих соединений, выбор оптимального метода для г. Бреста.

Исходные данные. В настоящее время г. Брест имеет развитую систему водоотведения. Транспортировка сточных вод осуществляется преимущественно самотеком. Для поднятия сточных вод в вышележащие коллекторы при большом заглублении используется более 100 канализационных насосных станций (рис. 1).

По данным, предоставленным КУПП «Брестводоканал», о проектной и фактической производительности насосных станций, на 01.08.2014 г. был определен объем вентиляционных выбросов для наиболее крупных из них (таблица 1).

Примечание:

1. Объем приемного резервуара рассчитан на пятиминутное пребывание сточных вод.
2. Производительность вентилятора рассчитана на пятикратный обмен воздуха в приемном резервуаре в течение часа.

Объем выбросов, содержащих токсичные дурно пахнущие летучие соединения, в атмосферу г. Бреста составляет примерно 6000 м³/ч.

Ощущение дурного запаха в городе носит сезонный характер, особенно остро это наблюдается при повышенных температурах, при слабом ветре или его отсутствии.

Значительная часть канализационных насосных станций расположена в непосредственной близости от жилой застройки, общественных и административных зданий, в качестве примера смотри рисунки 2–3.

Также к значительным источникам загрязнения воздушного бассейна г. Бреста дурно пахнущими веществами относятся городские очистные сооружения и мусороперерабатывающий завод (рис. 4).

Анализ методов предотвращения дурного запаха. Специфический запах сточных вод зависит от наличия в них летучих веществ, особенно продуктов бактериального метаболизма (гниения) белков — сероводорода, аминов, в частности индола, скатола и других. Главными компонентами, определяющими специфический запах городских сточных вод, являются меркаптаны — аналоги сероводорода типа $\text{CH}_3\text{-S-CH}_3$, азотсодержащая органика и аммиак.

Процесс разложения азотсодержащих органических соединений (белков, аминокислот) происходит в результате их ферментативного гидролиза под действием аммонифицирующих микроорганизмов и ведет к образованию токсичных для человека конечных продуктов аммиака, сероводорода, а также первичных и вторичных аминов при неполной минерализации продуктов разложения.

Наибольшую опасность для человека представляют тиолы (меркаптаны) органические вещества, сернистые аналоги спиртов, имеющие общую формулу RSH , где R-углеводородный радикал, например, метантиол (метилмеркаптан) (CH_3SH), этантиол (этилмеркаптан) ($\text{C}_2\text{H}_5\text{SH}$) и т.д.

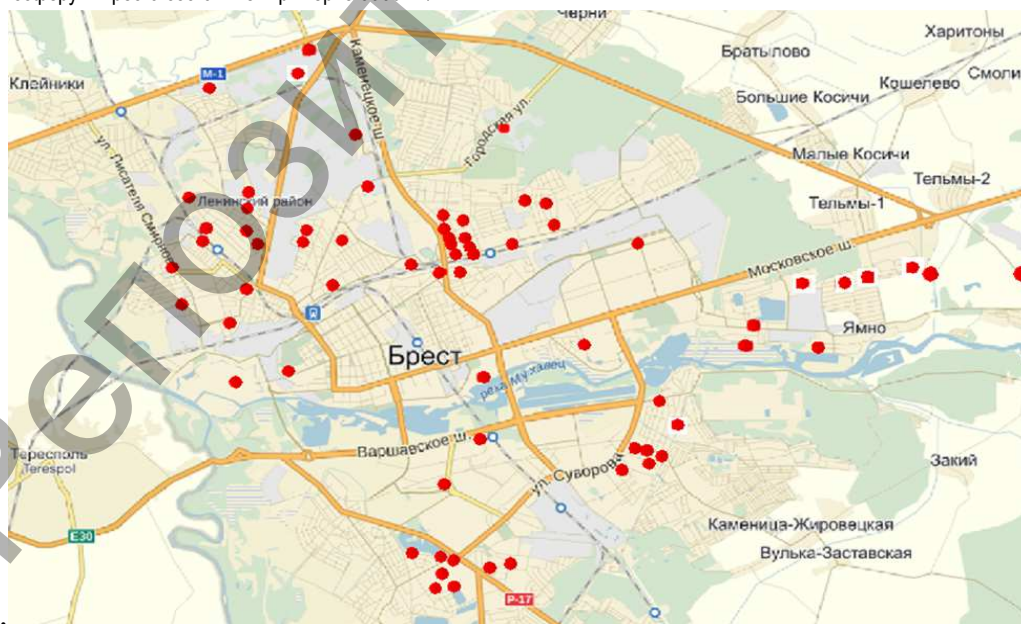


Рис. 1. Схема размещения крупных канализационных насосных станций на территории г. Бреста

Сук Евгения Владимировна, преподаватель-стажер кафедры водоснабжения, водоотведения и охраны водных ресурсов Брестского государственного технического университета.

Беларусь, БрГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.