

мониторинговой информации агроэкосистем, в том числе для выявления и оценки процессов деградации почв. Имитационная модель яровой пшеницы обладает необходимой гибкостью и хорошо адаптируется к почвенно-климатическим условиям лесостепной зоны России. Полученные статистические характеристики временных рядов урожайности могут служить показателем экологической устойчивости агроландшафта.

Материал поступил в редакцию 05.09.09.

Добрачев Юрий Павлович, доктор технических наук, заведующий лабораторией

Тел. 8 (499) 153-07-29

E-mail: dobrachev@vniigim.ru

Куликов Андрей Николаевич, соискатель, директор ОПХ «Полково»

Тел. 8-9109023830

Евсенкин Константин Николаевич, кандидат технических наук, заведующий лабораторией

Тел. 8 (491) 22-87-640

УДК 502/504 : 502.55

В. А. ВЛАСОВ, В. И. СМЕТАНИН

Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский государственный университет природообустройства»

ЭКОЛОГО-МЕЛИОРАТИВНЫЕ ПОДХОДЫ К ВОССТАНОВЛЕНИЮ МАЛЫХ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ В УСЛОВИЯХ ГОРОДСКОЙ ЗАСТРОЙКИ

Важнейшим элементом урбосистем являются водные объекты, состояние которых во многом определяет социальную привлекательность городской территории, ее эстетическое восприятие. Поэтому разработка научных основ инженерно-экологического обустройства городских водных объектов представляет собой достаточно актуальную задачу.

Урбосистема, водный объект, рекреация, экологическое состояние, инженерно-экологическое обустройство.

The major element of urban systems is reservoirs. Their condition in many respects determines a social attractiveness of the urban territory, its aesthetic perception. Therefore working out of scientific bases of the engineering – ecological development of urban ponds is quite an actual task.

Urban system, reservoir, recreation, ecological condition, engineering-ecological development.

Развитие цивилизации сопряжено с образованием центров урбанизации. Урбанизация – это исторический процесс роста городов и городского населения, характеризуемый повышением роли городов в жизни общества и широким распространением городского образа жизни. Образование центров

урбанизации изначально было связано с развитием путей сообщения, решением транспортных вопросов, а в более поздний период – с необходимостью коммунального и промышленного водоснабжения городов и сложившихся мегаполисов. Урбанизация создает достаточно сложный комплекс проблем,

среди которых одна из важнейших – экологическая проблема городской среды, а именно загрязнение среды обитания. Стремительное развитие и расширение урбанизированных территорий оказывает отрицательное влияние на экологию мегаполисов, в том числе и на современную гидросферу. В наибольшей степени негативному воздействию подвержены водные объекты, расположенные в городской черте.

В настоящее время многие городские реки и пруды находятся в таком состоянии, что одни только природоохранные меры не могут дать желаемого эффекта. Мощное антропогенное воздействие на современную гидросферу в целом, и в частности на небольшие водные объекты, расположенные на урбанизированных территориях, приводят к необходимости применения специальных технически совершенных и рентабельных инженерных систем для поддержания качества воды. Естественной самоочистительной способности водоемов в большинстве случаев оказывается недостаточно для переработки массы загрязнений, поступающих в водные объекты с водосборной площади, из атмосферы, с грунтовыми водами.

Решить данную задачу с помощью сугубо технического подхода не представляется возможным. Необходим комплексный вариант решения инженерно-технических и экологических задач для инженерно-мелиоративного обустройства водных объектов.

Варианты мероприятий по инженерно-мелиоративному обустройству водных объектов и конкретные цели могут существенно различаться. Для унификации терминологии применяется ряд специальных понятий:

охрана – разработка и осуществление мероприятий, обеспечивающих соблюдение установленного регламента хозяйственной деятельности на водных объектах;

защита – мера, целью которой является изоляция и (или) локализация источника ухудшения состояния

водного объекта;

консервация – комплекс мероприятий, направленных на сохранение существующего облика водного объекта;

реабилитация – возвращение водным объектам экологически приемлемых свойств и качеств;

реставрация – деятельность, целью которой является придание водному объекту облика, свойственного ему в конкретную историческую эпоху;

реконструкция – мероприятия, целью которых является приспособление водного объекта к современным условиям с сохранением (воссозданием) его отдельных исторических или мемориально-ценных элементов;

ликвидация – комплекс мероприятий, целью которых является уничтожение нежелательного водного объекта.

В связи с этим возникает вопрос: в каком виде мы хотим воссоздать тот или иной водный объект? Вопрос этот крайне важен, поскольку определяет направление практической работы в целом. Однако ответить на него достаточно сложно.

В большинстве случаев в качестве конечной цели проекта инженерно-мелиоративного обустройства водного объекта предлагается восстановление его облика, соответствующего тому или иному историческому периоду. Ведь восстановление того или иного водного объекта в его первоначальном варианте – это самый идеальный вариант. Вместе с этим надо учитывать и тот факт, что характеристики любого водоема и его облик постоянно меняются в ходе естественных климатических, гидрологических и геоморфологических процессов. Кроме того, состояние водоема во многом определяется еще и состоянием его водосборного бассейна. Поэтому степень исторической достоверности при восстановлении водного объекта может быть разной. При разработке проекта реабилитации – это лишь общие черты, свойственные городским водоемам определенной эпохи. В случае проекта реконструкции восстанавливают отдельные детали исторического

облика, а проект реставрации подразумевает полное исторически достоверное восстановление водного объекта. Однако во всех перечисленных вариантах речь идет лишь о восстановлении внешнего облика, а не экосистемы водного объекта, существовавшей в ту историческую эпоху. Последнее практически невозможно вследствие необратимой трансформации водосборного бассейна. Как показывает опыт разных стран, наиболее удовлетворительные результаты дает восстановление водоемов на уровне периода, предшествующего индустриальному освоению данного региона. Такие проекты предусматривают осуществление мероприятий, направленных на улучшение качества воды в водном объекте и реконструкцию на нем гидротехнических сооружений, характерных для этого периода.

Вместе с тем, обеспечение хорошего экологического и санитарно-гигиенического состояния водного объекта не менее важно, чем воссоздание его исторического облика. При создании проекта восстановления необходимо предусматривать условия существования обустроенного водного объекта, при которых его экологическое состояние будет поддерживаться на достаточно высоком уровне. В противном случае после окончания инженерно-технических работ водный объект быстро деградирует, а его рекреационный потенциал повторно утрачивается. Связано это с тем, что в условиях современного города интенсивность процессов самоочищения и самовосстановления водоемов и водотоков несопоставима с количеством поступающих в них загрязнений.

Учитывая изложенное, для обозначения предполагаемого состояния водного объекта, которое является целью инженерно-мелиоративного обустройства, авторы предлагают термин «историко-экологический прототип», под которым подразумевается внешний вид водного объекта или его фрагмента, свойственный водоемам определенной эпохи, надлежащее экологическое

состояние которого обеспечивается проведением специальных инженерно-технических мероприятий. Следовательно, выбор историко-экологического прототипа, с одной стороны, заключается в определении желаемого исторического облика, а с другой стороны, в разработке инженерно-экологического обустройства данного объекта, позволяющего сохранить этот облик в современных условиях.

На основании результатов комплексных исследований различных водоемов и водотоков разработана **универсальная классификация городских водных объектов по ландшафтно-архитектурным признакам**. Для каждого типа водного объекта рекомендуется выполнять те или иные мероприятия по инженерно-мелиоративному обустройству.

Объекты могут быть:

полностью утраченные – объекты, восстановление которых в современных городских условиях нереально;

временно утраченные – не существующие в настоящее время, но подлежащие восстановлению путем разработки и реализации проектов реабилитации, реконструкции, реставрации (Мещерские пруды);

фрагментарно сохранившиеся – существующие в виде нескольких отдельных водоемов, ранее представлявших единый водный объект; инженерно-экологическое обустройство может заключаться в виде реабилитации и реконструкции отдельных изолированных фрагментов (например, река Жужа);

рекреационно-незначимые – объекты, берега которых не используются населением в качестве мест отдыха. Их инженерно-экологическое обустройство может осуществляться в виде реабилитации (пруд у кинотеатра «Баку»). В случае невозможности или нецелесообразности улучшения их состояния инженерно-экологическое обустройство рекреационно-незначимых водных объектов заключается в их ликвидации (техногенный водоем в 14-м микрорайоне города Зеленограда Московской области);

рекреационно-малозначимые – городские водоемы или водотоки, которые из-за плохого экологического и санитарно-гигиенического состояния не могут использоваться для организации рекреационных зон; возможна разработка проектов реабилитации, экологической защиты, охраны (река Лихоборка, река Лопца) и, в случае необходимости, проектов ликвидации (техногенные водотоки города Курчатова Московской области);

рекреационно-значимые – городские водные объекты, находящиеся в удовлетворительном экологическом и санитарно-гигиеническом состоянии и используемые населением в рекреационных целях (река Чермянка, река Сетунь, Головинские пруды, Большой Садовый пруд, сеть прудов в лесопарке Покровское-Глебово);

исторически ценные – городские водные объекты, обладающие помимо рекреационного потенциала несомненной культурно-исторической ценностью. Их инженерно-экологическое обустройство может осуществляться только путем реконструкции, реставрации и консервации.

Из приведенной классификации следует, что оценка состояния городских водных объектов должна включать большой набор разнородных показателей: экологических, инженерно-технических, социальных, культурно-исторических и др. Для этих целей разработана система балльной оценки (таблица).

Предлагаемая балльная система может быть использована для оценки общего состояния городских водных объектов [1].

Как реально осуществить проект восстановления водного объекта? Этот вопрос возникает после определения и выбора проекта восстановления, ведь каждый из них имеет вполне определенные цели. Очевидно, что путей для достижения поставленной задачи достаточно много, но выбор того или иного из них должен основываться на комплексном анализе и подходе к решению

данной проблемы. Нужно учитывать целый ряд факторов, которые условно можно разделить на две группы: факторы, определяющие экологическое состояние самого водного объекта; факторы, влияющие на уровень социальной привлекательности ландшафта, на его рекреационный и эстетический потенциал.

Следовательно, следует сбалансированно ставить цели и задачи деятельности по разработке и осуществлению проекта восстановления водоема и адекватно оценивать результаты этой деятельности.

Резкая интенсификация процессов эвтрофикации городских водоемов, приводящая к значительному снижению их ценности, требует разработки и проведения специальных работ по рекультивации и восстановлению водных объектов. При избыточном накоплении биогенов могут применяться различные химические, физические и биологические методы. Один из путей – увелечение водности водного объекта. Прежде всего это касается сильно заиленных водоемов и малых рек. Задачу можно решить, например, с помощью подпорных сооружений, запруд и полужапруд. Восстановление проточности, разбавление эвтрофирующих вод чистыми, удаление ила и богатых биогенами вод, интенсивная аэрация – это также перспективные мероприятия по восстановлению водоемов.

Следует отметить, что далеко не всегда целесообразным является восстановление всего водоема. Например, иногда отдельные участки малых рек, протекающих по урбанизированным территориям, полностью утрачены. Некоторые городские реки в настоящее время существуют в виде отдельных фрагментов, а остальные участки русла заключены в коллектор (река Жабенка). Водосборный бассейн таких рек, как правило, сильно трансформирован, поэтому их восстановление как целостных водотоков нереально. Возникает вопрос: что реально можно сделать в подобных случаях? Эти проблемы также решаемы. Сохранившиеся участки городских малых рек, расположенные

Балльная оценка состояния городских водных объектов

Отдельные аспекты состояния водного объекта	Балл
Гидрохимические показатели	
Ранги эколого-санитарной классификации	1...9
Экотоксикологическая ситуация	
Полное отсутствие токсических эффектов.	1
Слабый токсический эффект (единичная проба ЛВ50 > 96 ч).	2
Единичный токсический эффект (единичная проба ЛВ50 < 96 ч).	3
Периодическое повышение токсичности (среднетоксичная проба ЛВ50 < 96 ч).	4
Периодическое повышение токсичности (среднетоксичная проба ЛВ50 < 24 ч).	5
Периодическое повышение токсичности (гипертоксичная проба ЛВ50 < 1 ч).	6
Высокий уровень токсичности в течение длительного периода (ЛВ50 < 24 ч)	7
Рекреационная значимость	
Водный объект, расположенный на территории парка.	1
Водный объект с обустроенными зонами массового отдыха.	2
Необустроенный водный объект.	3
Малозначимый водный объект.	4
Незначимый водный объект	5
Культурно-историческая ценность	
Статус особо охраняемого природного или культурно-исторического водного объекта.	1
Обособленный водный объект, входящий в состав особо охраняемого природного или культурно-исторического комплекса.	2
Водный объект, формирующий ландшафт городской территории, имеющий культурно-историческое значение.	3
Водный объект, не имеющий культурно-исторического значения, но являющийся элементом исторического ландшафта городской территории.	4
Водный объект, не имеющий культурно-исторического значения	5
Генезис водного объекта	
Городские водные объекты природного происхождения.	1
Водоёмы хозяйственно-бытового и рекреационного назначения, созданные в результате регулирования водотоков.	2
Обособленные искусственные городские водные объекты рекреационного назначения.	3
Искусственные водотоки гидрографической сети города (каналы).	4
Обособленные водные объекты, возникшие как водоёмы хозяйственно-бытового назначения.	5
Техногенные водные объекты	6
Социальная привлекательность	
Водный объект, входящий в состав основных элементов пейзажности городской территории, являющийся одним из главных факторов, формирующих высокий видеоэкологический потенциал данного участка.	1
Водный объект, обладающий социальной привлекательностью, формирующий позитивное эстетическое восприятие прибрежной территории.	2
Водный объект, не обладающий социальной привлекательностью, но улучшающий видеоэкологическое восприятие территории в целом.	3
Водный объект, снижающий социальную привлекательность территории	4
Степень экологической деградации	
Водоёмы, расположенные на охраняемых природных территориях в черте города и сохранившие свои естественные экосистемы.	1
Слабая антропогенная деградация. «Антропогенно-напряженное состояние» водных экосистем. Снижение численности хозяйственно-ценных видов и ухудшение санитарно-гигиенических показателей.	3
Умеренная антропогенная деградация. «Кризисное состояние» водного объекта. Процессы самоочищения не справляются с антропогенной нагрузкой (периодически наблюдается цветение, появление гнилого запаха).	4
Сильная антропогенная деградация. «Катастрофическое состояние» экосистем. Крайнее обеднение водной биоты	5
Урбанизация водосборного бассейна	
Большая часть водосборного бассейна занята естественными экосистемами.	1
Урбанизировано менее 50 % территории водосборного бассейна.	2
Урбанизировано более 50...75 % территории водосборного бассейна.	3
Урбанизировано более 75 % территории водосборного бассейна.	4
Техногенный водный объект	5

Современный уровень антропогенной трансформации водного объекта по сравнению с его историческим обликом в доиндустриальную эпоху	
Водный объект, сохранивший свой первоначальный облик (для водоемов хозяйственно-бытового назначения учитывается и сохранность гидротехнических сооружений, обеспечивающих их существование).	1
Конфигурация водоема подверглась частичной трансформации. Некоторые участки сохранили свой первоначальный облик.	2
Конфигурация ложа и берегов водного объекта полностью изменена.	3
Водный объект, участки которого необратимо утрачены (засыпаны, осушены).	4
Водный объект, большая часть которого заключена в подземные воды.	5
Техногенный водный объект	6
Степень инженерно-экологического обустройства и его эффективность	
Инженерно-экологическое обустройство, обеспечивающее приемлемое экологическое состояние в течение длительного срока (с учетом возможного изменения уровня и характера антропогенной нагрузки).	1
Инженерное обустройство, способное обеспечить лишь кратковременное улучшение экологической ситуации.	2
Инженерное обустройство, не приводящее к заметному улучшению экологической ситуации.	3
Инженерное обустройство, проводимое без учета экологических последствий, вызывающее ухудшение экологической ситуации.	4
Полное отсутствие элементов инженерно-экологического обустройства.	5
Техногенный водный объект	6

в пределах парковых зон, можно превратить в водоемы рекреационного назначения. Для этого необходимо проведение следующих инженерно-технических, гидромелиоративных и экологических мероприятий:

изоляция реконструируемых водоемов от городских стоков, поступающих с водосборного бассейна, разобшение сохранившихся открытых участков, расположенных на территориях парковых зон, с другими частями водотока и отвод загрязненных вод в систему городской ливневой канализации; очистка русла от донных отложений и мусора;

заполнение образовавшегося изолированного фрагмента русла чистой водой и создание циркуляционной системы, в которой вода движется по замкнутому контуру;

ландшафтно-архитектурное обустройство нового водоема и формирование биотического комплекса – создание зарослей прибрежной растительности, посадка древесно-кустарниковой растительности, зарыбление и др.

Естественно, что водоем, созданный в результате реализации такого проекта, является воссозданным природно-техногенным водным объектом, суще-

ствование которого поддерживается благодаря действию постоянной или периодически действующей циркуляционно-восстановительной системы. Такие водоемы являются имитационными (пруд в устье реки Жужа).

В других случаях возможна реализация следующих стратегий: реконструкция экологического облика водного объекта; строительство водоочистительных сооружений; разработка биомелиоративных мероприятий.

Программа инновационного проекта восстановления водных объектов должна состоять из трех блоков.

Блок 1. Экологический аудит водного объекта, включающий следующие оценочные критерии: качество водной среды, состояние водосборного бассейна, характеристика источников загрязнения, тип водопользования и социально-экономические потребности населения.

Блок 2. Разработка и осуществление инженерно-экологических мероприятий в зависимости от уровня антропогенной трансформации водного объекта:

а) мероприятия и работы, проводимые на водосборе – организационные (совершенствование природоохранного законодательства и нормативной базы, нормирование

отходов, экологический контроль, инвентаризация мест размещения и обезвреживания отходов, повышение ответственности);

технологические (рекультивация нарушенных земель, реабилитация загрязненных земель и территорий, создание водоохраных зон);

б) работы, выполняемые в акватории водного объекта –

ликвидация источников руслового загрязнения (сапропелей, минерального ила, техногенного ила, плавающего мусора);

очистка вод (от химических и бактериологических загрязнений, от сырой нефти и нефтепродуктов);

активизация процессов самоочищения;

разработка биомелиоративных мероприятий, улучшающих экологическое состояние водного объекта;

восстановление и обустройство прибрежных зон;

повышение рекреационного потенциала водного объекта и социальной привлекательности территории.

Блок 3. Инженерно-экологический мониторинг функционирования инженерно-экологической системы, обеспечивающий поддержание экологического состояния водного объекта.

Выводы

Практически все малые городские водоемы и водотоки представляют собой природно-антропогенные или полностью антропогенные (техногенные) объекты. Интенсивность естественных процессов самоочищения в них несравнима с потоком поступающих в водную среду загрязнителей и эвтрофикантов. Следовательно, одних только природоохранных мер для сохранения рекреационного потенциала городских водных объектов недостаточно, необходимы специальные инженерно-технические мероприятия.

Основное назначение малых городских водных объектов заключается в рекреационном использовании. В соответствии с этим главной задачей проектов их реабилитации, реконструкции, реставрации и консервации должно

являться не восстановление структурно-функциональной организации водных экосистем и их биоразнообразия, а повышение социальной привлекательности городской территории и сохранение облика исторически ценных водных объектов.

Если восстановление природного водоема или водотока, как правило, преследует цель возвращения его в естественное состояние, которое было нарушено в результате каких-либо антропогенных воздействий, то в качестве цели реабилитации, реконструкции или реставрации городского водного объекта выбирается определенный историко-экологический прототип.

Внешний облик природного водоема отражает его экологическое состояние. В отличие от этого внешний облик обустроенного малого городского водного объекта создается искусственно, путем его архитектурного и экологического дизайна.

Значимым моментом при разработке проектов инженерно-экологического обустройства городских водных объектов является безопасность пребывания жителей на их берегах.

Таким образом, устойчивое улучшение экологического состояния городских водных объектов может быть достигнуто благодаря совершенствованию технологий очистки, а также благодаря разработке концептуальных положений, опирающихся как на материалы исследований, так и на реальные возможности осуществления тех или иных задач, принципов и эффективных способов экологического регулирования [2].

Список литературы

1. **Безносков, В. Н.** Инженерно-экологический мониторинг и реальные пути экологического обустройства малых рек [Текст] / В. Н. Безносков, В. Б. Родионов, А. А. Суздалева // Безопасность энергетических сооружений. – Вып. 14. – М.: ОАО НИИЭС, 2004. – С. 206–220.

2. **Родионов, В. Б.** Реальные пути решения проблем малых рек России [Текст] / В. Б. Родионов, В. Н. Безносков, В. В. Волшаник, А. Л. Суздалева // Наука Москвы и регионов. – Вып. 3. – М.: ГУП «ИЦП», редакция журнала «Наука

Москвы и регионов», 2004. – С. 56–61.

Материал поступил в редакцию 30.04.09.

Власов Василий Анатольевич, аспирант

Тел. 8-903-299-05-58

E-mail: vlasovvasily@yandex.ru

Сметанин Владимир Иванович, доктор

технических наук, профессор кафедры «Организация и технология строительства объектов природообустройства»

Тел. 8 (495) 976-07-10

E-mail: Smetanin2000@yandex.ru

УДК 502/504:004:631.67

В. В. ШАБАНОВ, Э. С. ШАРШЕЕВ

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАТРИЦ ПЕРЕХОДНЫХ ВЕРОЯТНОСТЕЙ ПРИ ПОДГОТОВКЕ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ РЕЖИМА ОРОШЕНИЯ (НА ПРИМЕРЕ ПРЕДГОРНОЙ ЗОНЫ ОЗЕРА ИССЫК-КУЛЬ)

В работе рассмотрена возможность анализа метеорологических величин с использованием матриц переходных вероятностей. Это позволяет проследить климатические процессы и получить новые знания о режимах выпадения осадков, о ходе температуры воздуха, о процессе изменения относительной влажности воздуха. Такой подход дает возможность не только получить новое знание о природных процессах, но и позволяет избежать ошибок неправильной интерпретации данных.

Использование аппарата матриц переходных вероятностей; анализ метеорологических процессов; осадки, температуры, влажность воздуха; подготовка данных для математического моделирования.

The article considers a possibility of the analysis of meteorological values with usage of matrixes of transitional probabilities. This makes it possible to trace climatic changes and receive new knowledge on regimes of precipitation, course of air temperature and process of air relative humidity changes. Such approach allows not only receiving new knowledge about natural processes but also allows avoiding mistakes of the wrong data interpretation.

Usage of matrixes of transitional probabilities, analysis of meteorological processes, precipitation, temperatures, air humidity, preparation of the data for mathematical simulation.

Для расчета режима орошения необходимо знать режим влажности почвы в естественных условиях (до орошения). Режим орошения можно рассчитать и по недостатку водопотребления, но в этом случае будет затруднен расчет продуктивности и, как следствие, будет неточна оценка эффективности орошения. Данные по влажности почвы в богарных условиях можно получить

путем многолетних измерений на агрометеорологических постах (станциях). Можно провести расчет режима влажности почвы, используя общедоступные метеорологические параметры – объем осадков, температуру и относительную влажность воздуха. Обычно подобные расчеты проводят с использованием уравнений математической физики – уравнений влагопереноса в системе