

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ АКАДЕМИКА С. П. КОРОЛЕВА
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)»
(СГАУ)

Учебное издание

**УПРАВЛЕНИЕ СОСТОЯНИЕМ
УРБАНИЗИРОВАННОЙ ВОДНОЙ ЭКОСИСТЕМЫ**

Методические указания

Составители: Фарид Мигдэтович Шакиров
Александр Владимирович Ивлиев

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ АКАДЕМИКА С. П. КОРОЛЕВА
(НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)» (СГАУ)
443086, Самара, Московское шоссе, 34

**УПРАВЛЕНИЕ СОСТОЯНИЕМ
УРБАНИЗИРОВАННОЙ ВОДНОЙ ЭКОСИСТЕМЫ**

Методические указания
к лабораторной работе

Составители: *Ф.М. Шакиров, А.В. Ивлиев*

УДК 502 : 504

Управление состоянием урбанизированной водной экосистемы: Метод. указания / Самар. гос. аэрокосм. ун-т; Сост. *Ф.М. Шакиров, А.В. Ивлиев*. Самара, 2012. – 16 с.

Рассматриваются особенности управления состоянием водной урбанизированной экологической системы на примере озера.

Лабораторная работа предназначена для студентов всех специальностей университета, изучающих курс «Экология».

Печатаются по решению редакционно-издательского совета Самарского государственного аэрокосмического университета имени академика С.П. Королева.

Рецензент: Проничев Н.Д.

ЛИТЕРАТУРА

1. Экология [Текст] : учеб. пособие : [для вузов по техн. направлениям и специальностям] / А. В. Маринченко. - 3-е изд., перераб. и доп. - М. : Дашков и К, 2009. - 326 с.
2. Морозов В.В., Несолонов Г.Ф. Основы экологической безопасности [Текст]: Учебное пособие. – Самара: СГАУ, 2012. – 380 с.

УПРАВЛЕНИЕ СОСТОЯНИЕМ УРБАНИЗИРОВАННОЙ ВОДНОЙ ЭКОСИСТЕМЫ

Цель работы: выработка навыков рационального природопользования на примере управления экологическим состоянием водной экосистемы «Озеро» в условиях ограничений по времени и финансовым ресурсам.

Водная среда Земли (гидросфера) в сравнении с ее атмосферой в большей мере локализована, а вода имеет значительно более высокие значения плотности и вязкости по отношению к воздуху. Наряду с другими особенностями это определяет специфику водных экосистем. В частности, процессы их самоочищения (регенерации), во многом зависящие от содержания в воде кислорода, протекают в водной среде гораздо медленнее, чем в воздухе и более чувствительны сами по себе к действию загрязнителей. Запасы пресной воды при этом составляют около 2,5% общих водных ресурсов планеты.

Данные обстоятельства обуславливают повышенные требования к процессам **водопользования** и **водопотребления**.

Водопользованием является использование водных ресурсов Земли без изъятия воды из мест ее естественной локализации. Водопользование осуществляют рыбное хозяйство, водный транспорт, гидроэнергетика.

Водопотребление – это использование воды, связанное с изъятием ее из мест локализации с частичным или полным безвозвратным расходом и с возвращением в источники водозабора в измененном (загрязненном) состоянии. Крупнейшие водопотребители – сельское хозяйство, промышленность, бытовое хозяйство.

1. ОПИСАНИЕ УРБАНИЗИРОВАННОЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ «ОЗЕРО»

Моделируемая урбанизированная (от лат. urbanus – городской, т.е. поглощаемая расширяющейся городской территорией) экологическая система включает в себя:

1. Водоем 200x300 м.

Он разбит на три зоны одинаковой площади по 200x100 м каждая – промышленную, среднюю и культурную, со средними глубинами 5 м, 10 м и 5 м, соответственно.

2. Прибрежные предприятия-водопотребители: завод, фабрика, база и ботанический сад.

Три из них – завод, фабрика, база – используют воду озера для своих технологических процессов, загрязняя ее органическими и неорганическими примесями. Объем воды, забираемой этими предприятиями из озера для технологических нужд, равен объему воды, возвращаемой в озеро. Концентрация загрязняющей органики и неорганики в сбрасываемой воде может меняться по декадам.

Четвертый потребитель озерной воды – ботанический сад – только забирает воду из озера на полив земли.

Данные о деятельности предприятий выводятся на экран по час-там, в соответствии с рассматриваемой в конкретный момент декадой месяца. Ниже, в табл.1, приводятся полные данные для предприятий по декадам за два месяца.

Так как содержание кислорода и примесей в водной среде лимитируется в зависимости от целей использования воды, то пределы допустимых концентраций (ПДК) в мг/л по кислороду, органике и неорганике установлены для каждой из зон озера. В табл.2 представлены ПДК содержащихся в воде веществ. ПДК по кислороду определяет **нижнюю**, а по органике и неорганике – **верхние** границы диапазонов допустимых значений указанных веществ.

Данные о деятельности прибрежных предприятий по декадам **Таблица 1**

		ЗАВОД	ФАБРИКА	БАЗА	Б/САД
Декада месяца		Объем воды неорг. орг.	Объем воды неорг. орг.	Объем Воды неорг. орг.	Объем воды
ИЮНЬ	1–10	1200 2000 200	700 1500 250	1000 2000 300	1000
	11–20	1200 2000 200	350 1500 250	1000 2000 300	–
	21–30	1200 2000 200	350 1500 250	1000 1000 300	400
ИЮЛЬ	1–10	1500 2000 200	350 1500 250	1000 1000 300	600
	11–20	1200 2000 200	350 1500 400	1000 1000 400	300
	21–30	1200 2000 200	350 1500 250	1000 2000 300	500

По завершении одного рабочего цикла вновь оценивается состояние экосистемы, оценивается прогноз, выбираются параметры управления и система запускается в работу на очередной цикл.

5. ОЦЕНКА ДЕЙСТВИЙ ОПЕРАТОРА

В течение июня, отводимого для вывода озера из запущенного состояния, штрафные баллы не начисляются. В течение июля за каждый день, когда не было обеспечено качество воды в любой из зон озера, начисляется 1 штрафной балл.

Итоговая оценка выставляется оператору программой автоматически только за количество набранных штрафных баллов. Предусмотрены следующие варианты оценок:

- «Отлично» – 0 штрафных баллов;
- «Хорошо» – штрафных баллов от 1 до 10;
- «Удовлетворительно» – штрафных баллов от 11 до 15.

Если программой оператору выставляется 16-й штрафной балл, то она прекращает процесс управления водной экосистемой и процедуру необходимо начинать вновь, с 1 июня.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. В чем состоит специфика водных экологических систем?
2. Что такое водопользование?
3. Какие объекты осуществляют водопользование?
4. Что такое водопотребление?
5. Какие объекты осуществляют водопотребление?
6. Являются ли постоянными величины норм содержания примесей и кислорода в воде? От чего они зависят?
7. Каким образом в естественных условиях кислород поступает в водную среду? Как он расходуется?
8. Почему воды в широтах с прохладным климатом более богаты видами и количеством живых организмов?
9. Каким образом можно снижать концентрацию содержащихся в воде примесей?
10. Как прилегающие урбанизированные территории влияют на состояние водных экосистем?

– ← – уменьшение значения параметра на величину шага.

3.3. Режим «СОСТОЯНИЕ»

Предназначен для выдачи на экран текущего состояния параметров экосистемы.

3.4. Режим «РАБОТА»

Предназначен для запуска программы на счет.

3.5. Режим «ПРОГНОЗ»

Предназначен для выдачи на экран прогноза погоды на текущую декаду и прогноза деятельности предприятий.

3.6. Выход из режима

Для выхода из любого режима необходимо нажать на клавишу ESC.

4. СТРАТЕГИЯ УПРАВЛЕНИЯ СОСТОЯНИЕМ ЭКОСИСТЕМЫ

Обычный рабочий цикл состоит из последовательности обращений к пунктам меню в следующем порядке: **Состояние – Прогноз – Управление – Работа.**

Общая задача состоит в том, чтобы в течение июня вывести озеро из запущенного состояния до уровня нормативов во всех зонах по каждому из трех нормируемых ингредиентов, а затем, в течение июля, поддерживать качество воды в озере на уровне этих норм. Как можно достичь подобного результата?

В начале каждого рабочего цикла следует проанализировать текущие концентрации кислорода, органики, неорганики, получив все сведения с помощью режима «Состояние». Затем необходимо оценить прогноз погоды и прогноз деятельности предприятий (режим «Прогноз»). На основании проведенного анализа и оценок нужно выбрать параметры управления – величины **P, S, A1, A2**, а также **T** – количество суток очередного цикла. Эти величины вводятся в режиме «Управление».

После задания величин всех пяти параметров (при этом обязательно вхождение в режим «Управление», но можно при этом не менять старых значений одного или нескольких параметров – они сохраняются в программе на новый рабочий цикл) и выхода из режима «Управление» вызывается режим «Работа», в котором экологическая ситуация развивается в течение заданного числа **T** суток. За изменением концентраций ингредиентов можно следить по графикам на экране дисплея.

3. Анализаторы ежедневных проб воды.

Два из них – стационарные, в промышленной и средней зонах, третий – передвижной, для взятия проб воды в культурной зоне (при необходимости). Служат для определения содержания в воде органики, неорганики и растворенного кислорода.

Предельно-допустимые концентрации (мг/л) веществ в воде **Таблица 2**

Зона Вещество	Промышленная	Средняя	Культурная
Кислород	2	4	6
Органика	60	40	25
Неорганика	350	300	220

4. Гидрометеослужба.

Осуществляет метеопрогноз на срок до 10 дней следующих параметров: температура воздуха и воды, осадки, атмосферное давление, сила ветра.

5. Служба управления качеством воды.

Осуществляет подкачку чистой воды в промышленную зону, сброс воды из культурной зоны, искусственную аэрацию воды.

Интенсивность аэрации задается величинами **A1** и **A2** (мг/л). Следует однако иметь в виду, что искусственная аэрация, сколь бы сильной она ни была, не обеспечит концентрацию кислорода в воде выше величины предельного насыщения. Последняя обратно зависит от температуры воздуха и прямо – от атмосферного давления.

В части водного баланса следует учесть, что станции перекачки воды переводятся автоматически на специальные режимы подъема уровня воды (**P=5000, S=0**) или его снижения (**P=0, S=5000**) на одни сутки, если уровень воды выходит за допустимые пределы 9,8...10,2 м.

6. Финансирующий орган.

На управление состоянием озера в течение 2 месяцев оператору выделяется фиксированная сумма условных денег (300 руб). Деньги расходуются на перекачку воды из расчета 0,5 руб за каждые 1000 м³ и на искусственную аэрацию из расчета 0,25 руб за повышение концентрации кислорода в одной зоне на 1 мг/л.

В лабораторной работе денежные расходы не выведены на

первый план, однако отсутствие их учета будет большой ошибкой. Если выделенная на управление сумма будет израсходована досрочно (до конца июля), то в оставшиеся дни состояние экологической системы будет изменяться без влияния со стороны оператора. А это очень быстро приводит к ухудшению качества воды в водоеме и, как следствие, набору штрафных очков.

Таким образом, разумная экономия при благоприятных условиях, свободный расход в неблагоприятных условиях и ориентир на среднесуточный расход в 5 руб – позволяет сохранить свою роль диспетчера до конца рассматриваемого срока.

2. ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ УПРАВЛЕНИЯ ЭКОСИСТЕМОЙ

Для эффективного управления состоянием водной экосистемы выбор параметров управления необходимо соотносить со следующими положениями.

1. *Длительность цикла.*

Выбор большой длительности цикла **T** не эффективен по ряду причин: невозможность воздействовать на систему до конца цикла, инерционность системы в целом, изменения метеоусловий за цикл, декадность прогноза. Следует придерживаться выбора длительности цикла 3-4 суток с выходом на первый календарный день каждой следующей декады.

2. *Искусственная аэрация.*

Нужно понять, что растворенный в воде кислород как расходуется, так и пополняется ввиду нескольких причин.

Расход обусловлен разложением органики и водообменом с предприятиями: забирая воду, обогащенную кислородом, и сбрасывая воду без кислорода, предприятие уменьшает концентрацию кислорода в воде; чем больше в воде органики и выше температура, тем больше расходуется кислорода на ее (органики) разложение.

Пополняется кислородом вода за счет естественной (при волнении поверхности ветром) и искусственной аэрации, а также за счет поступления дождевой воды и подкачивания чистой воды. Однако есть и такой фактор: перекачка и сброс воды создают в озере течение от промышленной зоны через среднюю в культурную.

Вывод: концентрацию кислорода в *промышленной* зоне можно повышать за счет перекачки чистой воды, тогда как в *средней*

и *культурной* зонах это следует делать за счет аэрации, причем аэрация в средней зоне должна быть выше, чем в культурной.

3. *Подкачка и сброс воды.*

Концентрация органики растет только за счет сброса сточных вод предприятиями, а убывает за счет деструкции (4%) и разложения. Кроме того, концентрация органики изменяется вследствие перетока воды из одних зон в другие. Следует иметь в виду, что чем выше концентрация кислорода в воде и ее температура, тем сильнее идет разложение органики, а, значит, увеличивается концентрация неорганики, которая пополняется в воде также и за счет сброса сточных вод. Около 4% неорганики выпадает на дно водоема, а концентрацию оставшейся части можно понизить только проточностью воды (параметрами **P** и **S**).

3. ПРОЦЕСС УПРАВЛЕНИЯ ЭКОСИСТЕМОЙ (ПОРЯДОК РАБОТЫ С ПРОГРАММОЙ)

После вызова программы на экране дисплея появится картинка – рабочее поле программы с зоной «меню» в верхней части. Для того, чтобы войти в зону «меню», необходимо нажать клавишу **ESC**.

Меню имеет пять пунктов: **ПОМОЩЬ**, **УПРАВЛЕНИЕ**, **СОСТОЯНИЕ**, **РАБОТА**, **ПРОГНОЗ**. Чтобы войти в один из этих режимов, следует клавишами перемещения курсора выбрать позицию и нажать **ENTER**. Для выхода из любого режима необходимо нажать **ESC**.

3.1. **Режим «ПОМОЩЬ»**

Предназначен для выдачи справочной информации.

3.2. **Режим «УПРАВЛЕНИЕ»**

Предназначен для задания управляющих параметров:

- сброс воды (0...5000);
- подкачка воды (0...5000);
- аэрация 1 (1...10);
- аэрация 2 (1...10);
- количество суток (3...10).

Для задания параметров используются следующие клавиши:

- стрелки **↑, ↓** - для перехода к тому или иному параметру;
- **PgUp** – увеличение шага изменения параметра в 10 раз;
- **PgDn** – уменьшение шага изменения параметра в 10 раз;
- **→** – увеличение значения параметра на величину шага;