

Тема 3.
ПРИМЕНЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ
УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.
ИМИТАЦИОННАЯ ИГРА «ОЗЕРО»

Объяснение. Имитационная игра "ОЗЕРО" предназначена для использования в учебном процессе как одна из лабораторных работ в природоохранном образовании. Она способствует закреплению и развитию теоретических знаний по управлению экосистемой "ОЗЕРО". Игра требует определенных знаний о процессах, происходящих в водных экологических системах. Игра реализована как программа с именем "LAKE".

Описание экологической системы.

Моделируемая в процессе игры управляемая экологическая система включает в себя:

- водоем;
- прибрежные предприятия;
- станции ежедневного взятия проб воды;
- гидрометеослужбу;
- службу управления качеством воды;
- финансирующий орган.

Обучаемый в игре выполняет функции диспетчера по управлению экологической системой "ОЗЕРО". Для успешного управления он должен усвоить закономерности, лежащие в основе водного баланса, превращений и деструкции веществ, насыщения воды кислородом, влияния метеоусловий на экологические процессы; ему необходимо научиться оптимальному планированию нескольких взаимосвязанных параметров управления в условиях ограничения суммарной стоимости расходов.

Ниже приводятся описания элементов системы:

1) ВОДОЕМ 200 X 300 м , разбитый на три зоны одинаковой площади 200 X 100м - промышленную, среднюю и культурную (сосрединными глубинами 5м, 10м и 5м соответственно). Нормальным считается уровень воды в озере 9.8 - 10.2 м.

2) ПРИБРЕЖНЫЕ ПРЕДПРИЯТИЯ. Среди них - завод, фабрика, база используют воду озера для своих технологических процессов, загрязняя ее органикой и неорганикой. Объем забираемой воды равен объему сбрасываемой. Концентрации органики и неорганики в сбрасываемой воде могут меняться через каждую декаду. Ботанический сад только забирает воду из озера.

Данные о деятельности предприятий заложены в программу, моделирующую экосистему. Эти данные обучаемый при желании может получить во время игры. Они выводятся на экран по частям, в соответствии с рассматриваемой в конкретный момент игры декадой. Ниже приводится полная таблица с указанными данными, заложенная в программе.

Таблица 1 – Данные о деятельности предприятий по декадам

декада	ЗАВОД			ФАБРИКА			БАЗА			Б.САД
	объем воды, м ³	неор.	орг.	объем воды, м ³	неор.	орг.	объем воды, м ³	неор.	орг.	объем воды, м ³
Июнь										
1-10	1200	2000	200	700	1500	250	1000	2000	300	1000
11-20	1200	2000	200	350	1500	250	1000	2000	300	0
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	250	1000	1000	400	300
21-31	1200	2000	200	350	1500	250	1000	2000	300	500

В игре установлен предел допустимых концентраций (ПДК) в мг/л по кислороду, органике и неорганике для каждой зоны. Ниже приводится таблица, где представлены ПДК, причем ПДК по кислороду определяет нижнюю границу, ПДК по органике и неорганике – верхнюю.

Таблица 2 – Предельно допустимые концентрации

	Пром.зона	Средн.зона	Культ.зона
Кислород, мг/л	2	4	6
Органика, мг/л	60	40	25
Неорганика, мг/л	350	300	220

3) СТАНЦИИ ЕЖЕДНЕВНОГО ВЗЯТИЯ ПРОБ ВОДЫ. Три стационарные станции, находящиеся в промышленной, средней и культурной зонах, осуществляют взятия проб воды.

4) ГИДРОМЕТЕОСЛУЖБА. Осуществляет краткосрочный метеопрогноз (на 10 дней): температура воздуха и воды, осадки, давление и сила ветра.

Данные об изменениях погодных условий заложены в игру и остаются одними и теми же, поэтому все игроки оказываются в равных условиях, диктуемых внешней обстановкой.

5) СЛУЖБА УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ВОДЫ. Осуществляет подкачку чистой воды в промышленную зону, откачку грязной из культурной зоны, искусственную аэрацию вод. Интенсивность аэрации задается величинами А1 и А2 мг/л - на сколько можно поднять аэрацию воды без учета других факторов поступления и расходования воздуха. Следует однако иметь в виду, что искусственная аэрация, сколь сильной она ни была, не может дать концентрацию кислорода выше предельного насыщения (эта величина зависит от температуры воздуха и атмосферного давления).

В части водного баланса обучаемому следует учесть, что станции перекачки воды переводятся автоматически на режим подъема уровня (P=5000, S=0) или его снижение (P=0, S=5000) на одни сутки, если уровень воды выходит за пределы допустимых норм. Чтобы управлять уровнем воды, следует учитывать баланс воды

$$B = Wg - Wu - Wc + (P - S),$$

где Wg - приход воды в озеро за счет дождей;

P - приход воды в озеро за счет подкачки;

Wu - расход за счет испарения;

Wc - расход за счет забора воды ботаническим садом;

S - расход за счет откачки.

б) ФИНАНСИРУЮЩИЙ ОРГАН. На управление озером на 2 месяца выделяется 300 грн. Эти деньги расходуются на перекачку воды из расчета 50 коп за каждую 1000 куб.м и на искусственную аэрацию из расчета 25 коп. за повышение концентрации кислорода в одной зоне на 1 мг/л.

В игре денежные расходы не выведены на первый план, однако отсутствие их учета будет со стороны обучаемого большой ошибкой. Как только выделенная сумма будет израсходована, так в оставшиеся дни экологическая система будет развиваться без управления со стороны обучаемого. А такое развитие очень быстро приводит к ухудшению качества воды.

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

Оптимальная стратегия управления экосистемой.

При выборе параметров управления обучаемый должен усвоить основные закономерности экологической системы и учитывать складывающуюся ситуацию. Процесс управления экосистемой имеет циклический характер. В начале каждого цикла, обучаемый оценивает по информации кадра дисплея :

- состояние озера, т.е. текущую дату, уровень воды в озере, концентрации ингредиентов в каждой из трех зон;
- оставшуюся в его распоряжении денежную сумму для расхода на перекачку воды и аэрацию.
- прогноз погоды на текущую декаду;
- прогноз деятельности прибрежных предприятий;

После этого его задачей оказывается выбор:

- продолжительности очередного цикла (от 3 до 10 суток);
- мощности подкачки чистой воды и откачки загрязненной на каждые сутки очередного цикла (от 0 до 5000 на подкачку и от 0 до 5000 на откачку). Ниже даются рекомендации для обоснованного выбора.

Длительность цикла.

Выбор большой длительности цикла не эффективен по ряду причин: невозможность воздействовать на систему до конца цикла, инерциальность системы в целом, изменения в метеоусловиях, декадность прогноза. Начинаящему следует придерживаться выбора длительности цикла 3-4 суток с выходом на первый день каждой декады.

Искусственная аэрация.

Обучаемый должен 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 разложение. Пополняется кислородом вода за счет естественной и искусственной аэрации, а также за счет дождевой воды и подкачиваемой 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.

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 тем сильнее идет разложение органики, а значит увеличивается концентрация неорганики. Концентрацию неорганики можно понизить только проточностью воды.

Условия применения имитационной игры "ОЗЕРО".

Для эксплуатации программы необходима следующая минимальная конфигурация технических средств:

- IBM совместимая ПЭВМ с 286 процессором;
- ОЗУ объемом 640 Кб;
- VGA монитор;
- видеокарта с объемом памяти 256 Кб;
- не менее 300 Кб свободного места на винчестре.

Программа, реализующая имитационную игру, носит имя LAKE и функционирует в среде операционной системы MS DOS версии 3.0 и выше.

Требования к обучаемому.

Для освоения работы за терминалом в диалоговом режиме не требуется специальной подготовки. Информация о условиях работы за терминалом, о экологической системе и ее закономерностях, о цели обучения и оценке деятельности обучаемого находится в данном файле.

Для работы с программой необходимо:

- проинсталировать игру с инсталляционной дискеты в некоторую директорию на жестком диске;
- изменить текущую директорию на ту, в которую была проинсталирована игра;
- набрать в командной строке "LAKE.EXE" и нажать клавишу "Enter".

После небольшой паузы вы увидите на экране заставку программы "ОЗЕРО". Через несколько секунд на экране монитора появится следующая картинка - рабочее поле программы "ОЗЕРО".

Порядок работы с программой.

После запуска программы, на экране монитора появится заставка (картинка), при нажатии любой клавиши она исчезнет. После этого на монитор будет выведена новая картинка - рабочее поле программы с зоной "кнопок" в правой части экрана.

Выбор конкретной кнопки осуществляется клавишами "Up" и "Down", при этом выбранной считается кнопка обведенная красной рамкой. Игрок может выбрать одну из шести кнопок и перейти в соответствующий ей режим:

- Отчет;
- Метео прогноз;
- Прогноз сброса;
- Ввод данных;
- Запуск цикла;
- Выход.

Чтобы войти в один из этих режимов, следует выбрать нужную кнопку и нажать клавишу "Enter". После этого на монитор выведется новое окно с соответствующей данному режиму информацией. Для возврата в главное окно нужно нажать клавишу "Esc".

Режим "ОТЧЕТ" предназначен для выдачи информации о состоянии озера на текущий день. Окно данного режима автоматически выводится на экран монитора при запуске игры и после завершения очередного цикла.

Режим "МЕТЕО ПРОГНОЗ" - предназначен для выдачи на экран прогноза погоды на текущую декаду.

Режим "ПРОГНОЗ СБРОСА" - предназначен для выдачи на экран прогноза деятельности предприятий на текущую декаду и таблицы пределов допустимых концентраций (ПДК) для каждой зоны.

Режим "ВВОД ДАННЫХ" - предназначен для задания управляющих параметров:

- откачка загрязненной воды: 0 - 5000;
- подкачка чистой воды в зону 1: 0 - 5000;
- аэрация в зоне 2: 0 - 10;
- аэрация в зоне 3: 0 - 10;
- длительность следующего цикла: 3 - 10.

Для задания параметров используются следующие клавиши: "Up", "Down" - для перехода к тому или иному параметру; "Enter" - для ввода нового значения выбранного параметра; "Esc" - для выхода из режима.

Режим "ЗАПУСК ЦИКЛА" - предназначен для запуска программы на счет.

Режим "ВЫХОД" - предназначен для выхода из игры "ОЗЕРО".

Стратегия обучаемого в процессе игры.

Обычный игровой цикл состоит из последовательности обращений к режимам в таком порядке: Отчет - Метео прогноз - Прогноз сброса - Ввод данных - Запуск цикла.

Общая задача игрока состоит в том, чтобы в течении июня вывести озеро из запущенного состояния до уровня ПДК во всех зонах по каждому из трех инградиентов, а затем в течении июля поддерживать качество воды в озере на уровне этих ПДК. Как решить эту задачу?

В начале каждого игрового цикла следует проанализировать наличные концентрации кислорода, органики, неорганики, получив все сведения с помощью режима "Отчет". Затем необходимо оценить прогноз погоды и прогноз деятельности предприятий (режимы "Метео прогноз", "Прогноз сброса"). На основании проведенного анализа игрок должен выбрать параметры управления - величины P, S, A1, A2, а также T - продолжительность очередного цикла. Эти величины сообщаются машине в режиме "Ввод данных". Для набора значений используются клавиши управления курсором (стрелка вверх, стрелка вниз). При нажатии данных клавиш совершается переход от одной строки к другой (на каждой строке - свой параметр). Изменение параметра осуществляется вводом нужного числа при помощи клавиш "0"... "9".

После задания всех пяти параметров (можно не менять старое значение одного или нескольких параметров - они сохраняются в машине на новый игровой цикл) и выхода из режима "Ввод данных", нужно вызвать режим "Запуск цикла", в котором экологическая ситуация развивается в течении заданного числа T суток.

По завершении одного игрового цикла вновь оценивается состояние экосистемы, определяется прогноз, выбираются параметры управления, и система запускается в работу.

Оценка действий обучаемого.

В течение июня, пока игрок выводит озеро из запущенного состояния, штрафные баллы не начисляются. В течении июля обучаемому начисляются штрафные баллы - по одному за каждый день, когда не было обеспечено качество воды в любой зоне.

Итоговая оценка выставляется обучаемому только за количество набранных штрафных баллов. Итоговыми могут быть следующие оценки :

- "Отлично" - нет штрафных баллов.
- "Хорошо " - штрафных баллов не более 10.
- "Удовлетворительно" - штрафных баллов от 11 до 15.

Если обучаемый получает 16 штрафной балл, то он отстраняется от должности диспетчера (неудовлетворительно).