

Тема 25. КОМПЬЮТЕРНАЯ ИГРА «ОЗЕРО»

Объяснение. Обострение противоречий между обществом и природой, возникновение проблем глобального и регионального характера неизбежно требует перехода к новому экологическому образованию, помогающему человеку осознать свое место в мире и свою ответственность перед ним, наладить правильные отношения с окружающей средой.

В настоящее время в экологическом образовании все чаще применяют имитационное игровое моделирование, в том числе и с использованием компьютерных моделей. При этом обучаемые, как правило, исполняют какую-либо роль, решая профессиональную задачу в игровой постановке, соответствующей реальной деятельности в имитируемой ситуации. Это позволяет не просто усваивать содержание изучаемого вопроса и знакомиться со структурой и функционированием моделируемых природных и природно-технических систем, но и обеспечивает приобретение опыта коллективного принятия решений в тех случаях, когда их апробация в реальных условиях затруднена (например, когда вмешательство в природную среду или производственный процесс связано с риском и может привести к значительному ущербу, аварии, гибели животных и т.д.).

Имитационная игра "Озеро" (Комаров, 1994) предназначена для активного изучения процессов согласования индивидуальных и общественных интересов. В ходе этой игры учащиеся постигают принцип ограниченности природных ресурсов для размещения отходов и принцип коллективной ответственности за качество природной среды.

Действие происходит в условной хозяйственной системе, расположенной на берегу одного озера. Участники игры исполняют роли директоров предприятий. Предприятия производят продукцию, для изготовления которой требуется вода. Эту воду предприятия берут из озера. Отработанная в процессе производства грязная вода сбрасывается в озеро, которое обладает некоторой ограниченной способностью к самоочищению. Главная цель игры с точки зрения ее участников - получить максимальную прибыль. Каждый выбирает свою стратегию получения прибыли и принимает одно из пяти возможных решений. От этих решений зависит состояние Озера. Чем хуже качество воды в озере, тем меньше прибыль отдельного предприятия. Ожидаемую прибыль в следующем месяце можно

оценить согласно матрице, в которой каждому уровню качества воды соответствует та или иная прибыль, причем прибыль растёт с улучшением качества воды.

Для успешного управления экологической системой «Озеро» нужно усвоить закономерности, лежащие в основе водного баланса, превращений и деструкции веществ, насыщения воды кислородом, влияния метеоусловий на экологические процессы.

Компьютерная программа моделирует естественные процессы, протекающие в системе, включающей в себя:

Водоем средних размеров в черте города, разбитый на три зоны – промышленную, среднюю и культурную. Нормальным считается уровень воды в озере от 9,8 до 10,2 м.

Приближенные предприятия - завод, фабрика, база, использующие воду озера для своих технологических процессов, загрязняя её органикой и неорганикой. Объём забираемой воды равен объёму сбрасываемой. Концентрации органики и неорганики в сбрасываемой воде могут меняться через каждую декаду. Ботанический сад только забирает воду из озера.

Гидрометцентр, обеспечивающий краткосрочный прогноз (до 10 дней): температуры воздуха и воды, осадков, давления и силы ветра.

Две стационарные станции ежедневного взятия проб воды в промышленной и средней зонах и одну передвижную – для взятия проб воды по необходимости в культурной зоне.

Службу управления качеством воды, которая осуществляет подкачку чистой воды в промышленную зону (*p*), сброс воды из культурной зоны (*s*), искусственную аэрацию вод средней и культурной зон.

Финансирующий орган. Для управления озером на два месяца выделяется 300 условных рублей. Эти деньги расходуются на перекачку воды из расчёта 0,5 усл. руб. за каждые 1000 куб. м и на искусственную аэрацию из расчёта 0,25 руб. за повышение концентрации кислорода в одной зоне на 1 мг/л.

Управление экосистемой циклическое. В начале каждого цикла обучаемый оценивает:

А) состояние озера – качество воды в каждой зоне озера, уровень воды;

Б) прогноз погоды на текущую декаду;

В) прогноз деятельности прибрежных предприятий по объёму используемой воды и концепциям органики и неорганики в сточных водах;

Г) имеющуюся в его распоряжении денежную сумму для расхода на перекачку воды и аэрацию.

Игровой цикл состоит из последовательности обращения к режимам меню в таком порядке «состояние – прогноз – управление – работа».

Задание состоит в том, чтобы в течение первого месяца (июня) вывести озеро из запущенного состояния до уровня предельно допустимых концентраций (ПДК) по кислороду, органике и неорганике, а в течение второго месяца (июля) поддержать в озере качество воды на достигнутом уровне. Не штрафуются превышение по кислороду в 1,5 раза.

В начале каждого игрового цикла с помощью раздела меню «состояние» следует проанализировать текущие концентрации кислорода, органики и неорганики в каждой зоне, уровень воды в озере, оставшуюся денежную сумму для расхода на перекачку воды и аэрацию. Затем необходимо оценить прогноз погоды и прогноз деятельности предприятий.

После этого задачей оказывается выбор:

- Продолжительности очередного цикла (от 3 до 10 суток),
- Мощность подкачки чистой и откачки загрязнённой воды,
- Интенсивности искусственной аэрации.

После ввода этих данных в компьютер моделируется естественное поведение экологической системы в течение длительности выбранного цикла.

Весь процесс в целом имеет следующие способности. Если уровень воды в озере выходит за пределы допустимых норм, то на одни сутки станции перекачки переводятся автоматически на режим подъема уровня или его снижения. Если выделенная на управление денежная сумма оказывается израсходованной раньше двухмесячного срока, то обучаемый в оставшиеся дни не может воздействовать на систему (экосистема развивается с отключенными станциями воды и её аэрации). Начиная со второго месяца управления экосистемой обучаемому начисляются штрафные баллы: по одному за каждый день, когда не было обеспечено качество воды. Обучаемый отстраняется от должности диспетчера после получения 16-го штрафного балла.

Природоохранные мероприятия:

Подкачка и сброс воды создают в озере течение из промышленной зоны через среднюю в культурную зону. В результате чего в водоёме происходят процессы разбавления, перемешивания и уменьшения концентраций загрязнителей.

Концентрация органики растёт за счёт сброса сточных вод предприятиями, а убывает за счёт деструкции 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 идёт разложение органики с образованием неорганических веществ, значит, увеличивается концентрация неорганики.

Концентрацию неорганики можно понизить только проточностью воды. Следует учесть, что станции перекачки воды переводятся автоматически на режим подъёма уровня ($p = 5000 \text{ м}^3/\text{сут.}$, $s = 0 \text{ м}^3/\text{сут.}$) или его снижение ($p = 0 \text{ м}^3/\text{сут.}$, $s = 5000 \text{ м}^3/\text{сут.}$), если уровень воды выходит за пределы допустимых норм.

Растворенный в воде кислород как расходуется, так и пополняется ввиду нескольких причин. Пополняется кислородом вода за счёт естественной и искусственной аэрации, также за счёт дождевой воды и подкачки чистой воды.

Расход кислорода обусловлен разложением органики и водообменом с предприятиями. Забирая воду, обогащённую кислородом, и сбрасывая воду без кислорода, предприятие уменьшает концентрацию кислорода в воде.

Однако, сколь бы интенсивной не была искусственная аэрация, она не может дать концентрацию кислорода выше предельного насыщения (эта величина зависит от температуры воздуха и атмосферного давления). Значит, концентрацию кислорода в промышленной зоне можно повышать за счёт подкачки чистой воды, тогда как в средней зоне и культурной это следует делать за счёт аэрации, причём аэрация в средней зоне должна быть выше, чем в культурной.