

# ИСКУССТВЕННЫЕ ВОДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ КАК ЭЛЕМЕНТЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ДИЗАЙНА ПРОИЗВОДСТВА

**На производстве окружающая человека среда, как правило, наиболее остро дисгармонирует с естественной природной средой его обитания. Целесообразно введение термина «экологический дизайн производства» и детальная разработка данного аспекта — поиск путей снижения отрицательного влияния производственной среды на ноосистемы Искусственные водные экосистемы — биопруды, могут выполнять функцию одного из объектов экологического дизайна. При этом биопруды могут нести не только эстетическую функцию объектов экологического дизайна, но и непосредственно повышать показатели производственного процесса.**

## Введение

**Э**кологический дизайн — это создание экологически целесообразной среды обитания человека, попытка воссоздания природной среды в местах обитания человека. Экологический дизайн ставит перед собой цель создать оптимальные условия для удовлетворения первостепенных человеческих потребностей, не нарушая при этом равновесия в окружающей среде. Основными компонентами дизайна являются, как правило, жилые и хозяйственные постройки, а также сельскохозяйственные системы (т.е. системы, предназначенные для производства продуктов питания).

Как правило, экологический дизайн направлен на организацию какого-то конкретного пространства, которое можно обозначить как «участок». Цель дизайна — создание в пределах участка системы, которая бы функционировала при минимальном привнесении энергии извне. В данном случае примерами служат природные модели, которые могут существовать на протяжении длительного времени, не принося загрязнения в

окружающую среду и использующие естественные источники энергии (прежде всего, солнце) [1].

## Результаты и их обсуждение

**О**собенно актуальной проблема экологического дизайна представляется в области производственной деятельности человека, поскольку она наиболее остро противоречит основным принципам существования и развития экосистем и наносит им наибольший вред. При этом именно на производстве окружающая человека среда, как правило, наиболее остро дисгармонирует с экологически целесообразной, естественной природной средой обитания человека. В связи с этим целесообразно введение термина «экологический дизайн производства» и детальная разработка данного аспекта — поиск путей снижения отрицательного влияния производственной среды на ноосистемы. Объекты экологического дизайна производства могут нести не только эстетическую функцию, улучшая экологическое качество окружающей человека среды на производстве, но и непосредственно улучшать показатели производственного процесса (в частности, путем создания на крупных производствах, имеющих замкнутую систему водопользования, биопрудов на оборотной воде).

В процессе эволюции Природой созданы механизмы поддержания гомеостаза водных экосистем в достаточно широких интервалах колебания концентрации биогенных элементов в системе. В нашем случае, применительно к биопрудам, применение данных механизмов позволит эффективно бороться с

**Л.С. Келль\***,

кандидат технических наук, заместитель директора, ООО Природные системы

\* Адрес для корреспонденции: LevKell@mail.ru

биологическим обрастанием технологического оборудования (технофитомом), в частности с "цветением" биопрудов.

К наиболее эффективным, известным нам, механизмам поддержания гомеостаза водных экосистем относятся:

- ◆ четное количество основных трофических уровней, равное 4, что, согласно теории естественного равновесия [2], приводит к подавлению биомассы первого трофического уровня;
- ◆ организмы фильтраторы – представители различных классов животного мира;
- ◆ высокие скорости роста организмов первого и второго трофических уровней;
- ◆ возможность быстрой структурной перестройки экосистемы с заменой экологически эквивалентными видами.

Спецификой искусственных водных экосистем (биопрудов) является достаточно случайный и бедный видовой состав представителей высокоорганизованных классов растений и животных, что часто делает невозможным или недостаточно эффективным действие вышеуказанных механизмов поддержания гомеостаза водных экосистем. Если представители низших классов организмов в силу их размеров и специфики жизненных циклов беспрепятственно попадают в экосистему биопрудов, то для представителей высокоорганизованных классов необходим внешний фактор их внесения в экосистему. Роль такого фактора – осмотрительного и разумного, должен выполнять человек. При выборе представителей различных классов растительного и животного мира как факторов влияния на технофитон водоёма перспективными представляются следующие:

- ◆ Подавление фитотехнофитона представителями 2 трофического уровня (фильтраторы-зоопланктон, двухстворчатые моллюски, фитопланктоноядные рыбы).

- ◆ Подавление зоо- и фитотехнофитона представителями 4 трофического уровня (хищные рыбы, рыбоядные черепахи, земноводные).

- ◆ Конкурентное подавление фитотехнофитона (свет, биогенные элементы, аллелохимические факторы) высшими водными растениями и водорослями.

При этом данные организмы должны удовлетворять следующим требованиям:

по своим физиологическим параметрам быть способными к существованию и размножению в конкретном пруде-охладителе, являющемся эфтрофной водной экосистемой; обладать способностью к подавлению бурного роста водных организмов, вызывающих биообрастание технологического оборудования; не ухудшать качества воды с точки зрения ее последующей подачи на охлаждение

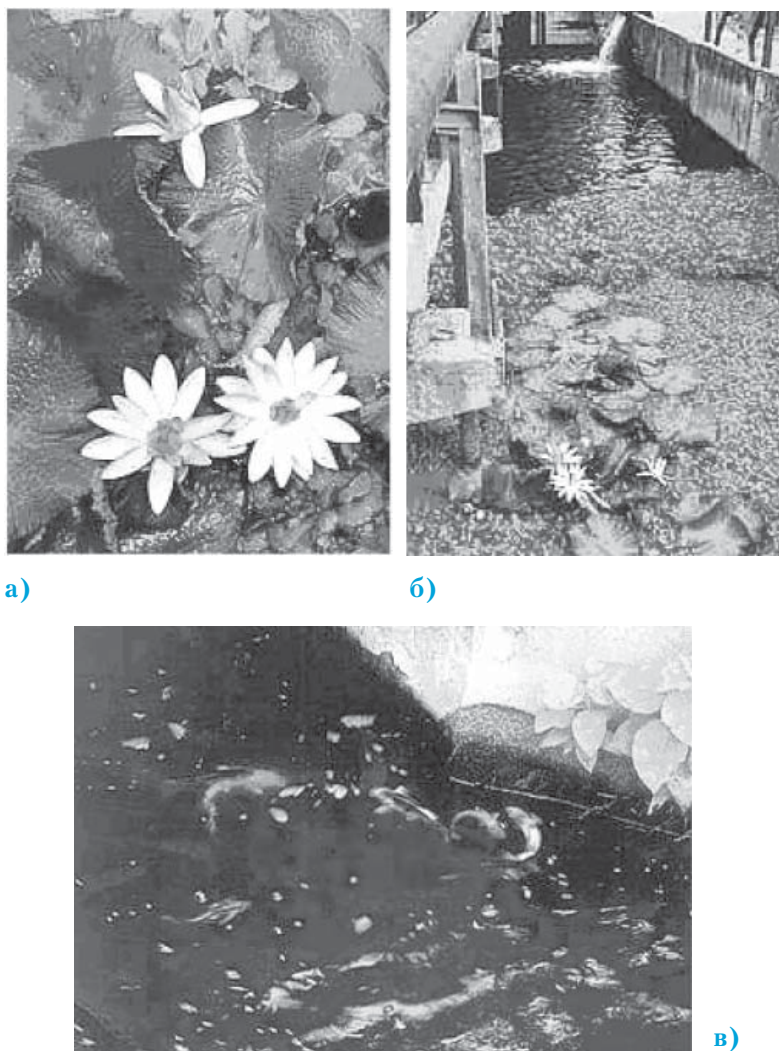
**Ключевые слова:**

плотва,  
размерно-возрастная  
структура,  
рост,  
промысел,  
водохранилище

технологического оборудования, в частности, не попадать в водозабор (реотаксис, прикрепление к грунту, нахождение не в водозаборной зоне водоёма).

**Практическое применение.**

На Северной станции аэрации ГУП «Водоканал СПб» в составе экосистемы резервуара-охладителя объёмом 600 м.куб. присутствовали спонтанно развившиеся представители более низших форм жизни, в частности, зеленые нитчатые водоросли и мелкие улитки, которые вызывали биообрастание технологического оборудования. В резервуар были интродуцированы представители пресноводных рыб (гуппи, макроподы, карпы-кои, вуалехвосты) и высших водных растений (пиистия, эихорния, декоративные кувшинки) (рис. 1). Температура воды в резервуаре-охладителе даже в зимние месяцы не опускается ниже 13-15 °С.



**Рис. 1.** Биопруд-охладитель объёмом 600 м.куб. на Северной станции аэрации. **а)** декоративные кувшинки-нимфеи; **б)** общий вид резервуара-охладителя; **в)** карпы-кои в резервуаре-охладителе.



**Рис. 2.** Субтропический биопруд на Северной станции аэрации.  
а) общий вид пруда; б) карпы-кои.

Кроме эстетической функции необходимо отметить также практическую пользу от вне-  
сения в биоценоз резервуара-охладителя  
представителей высокоорганизованных  
классов растений и животных. Благодаря  
рыбам и высшим водным растениям прекра-  
тилось обрастание резервуара зелеными нит-

чатыми водорослями и моллюсками, что  
позволило в несколько раз увеличить межре-  
монтный период работы маслохолодильни-  
ков воздуходувок при подаче на них охлажда-  
ющей воды из данного биопруда. Кроме  
того, сложившееся сообщество растений и  
животных является хорошим индикатором  
качества очистки воды, а высшие плавающие  
растения предохраняют поверхность воды от  
перегрева в летние месяцы [3].

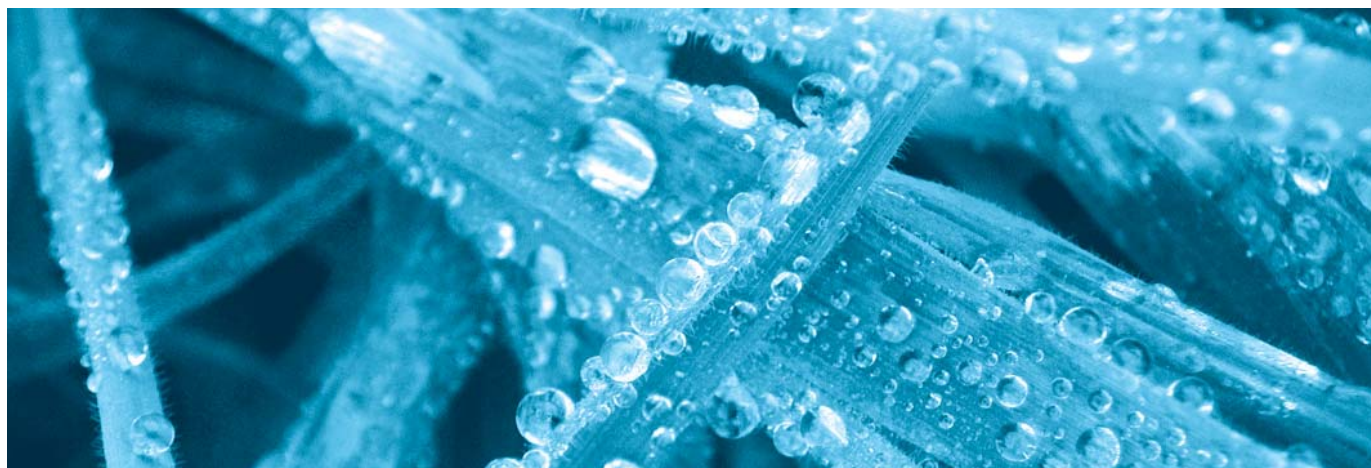
С 2005 г. объём биопруда увеличен до 5000  
м.куб. (рис. 2). Пруд создан на бывшей  
пескокарте с бетонированными стенками и  
днищем, которая после реорганизации пес-  
ковок в 2004 г. не используется в техноло-  
гическом процессе.

Созданный биопруд с развивающимися в  
нем представителями субтропической  
флоры и фауны позволяет:

- ◆ добиваться эстетического эффекта,  
наглядно и убедительно демонстрируя всем  
заинтересованным лицам и организациям  
качество очистки сточных вод на предпри-  
ятии;
- ◆ осуществлять непрерывную биоиндика-  
цию качества очистки воды на Северной  
станции аэрации;
- ◆ получать дополнительную очистку и обез-  
зараживание воды, предотвращать развитие  
моллюсков и водорослей, вызывающих био-  
обрастание технологического оборудования;
- ◆ исследовать процесс биологической  
доочистки биохимически очищенной воды.

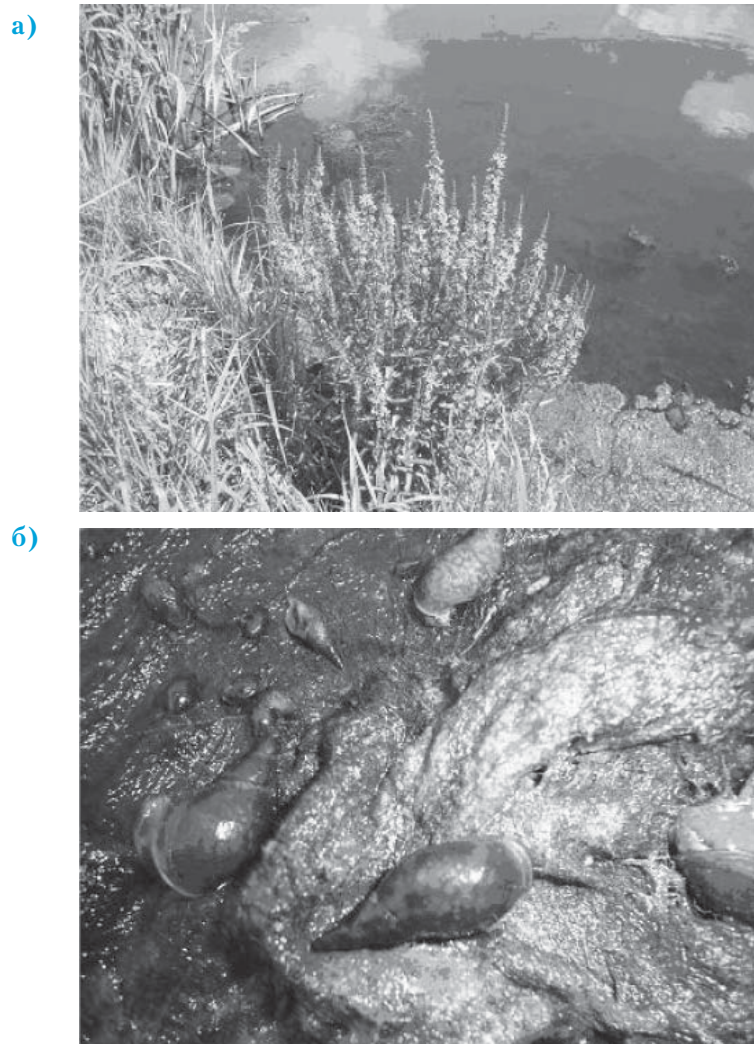
На ООО «Производственное объединение  
«Киришинефтеоргсинтез» (ООО «КИНЕФ») биопруды используются на первой и второй  
системах водоотведения промышленных сто-  
ков завода, а также при доочистке хозяйственных  
стоков.

"Цветение" пруда-охладителя 1-1 (первой  
карты первой системы водоотведения, объём-  
ом 800000 м.куб.) снижало качество воды.  
Прозрачность воды, определяемая унифици-  
рованным количественным методом в соот-



ветствии с международным стандартом ИСО 7027 <http://www.anchem.ru/literature/books/muraviev/020.asp>, не превышала в летние месяцы 50 мм. Лабораторными экспериментами было показано, что внесение 50-100 шт/л дафний в пробу "цветущей" воды позволяет за 4-5 сут увеличить её прозрачность в два-три раза. Наши северные расы дафний подавляли "цветение" данного пруда и увеличивали прозрачность воды в нём лишь к августу месяца. Интродукция южных рас дафний позволила подавить в 2008 г. "цветение" пруда-охладителя уже к началу июня и в течение всего лета сохранять прозрачность воды не ниже 150 мм.

На фоне резкого снижения содержания в воде карты фитопланктона по сравнению с предыдущими годами наблюдается увеличение содержания нитчатых зелёных водорослей, мелких улиток семейств *Planorbidae* и *Limnaeacea* и больших прудовых улиток (*Limnaea stagnalis* L.) (рис. 3).



**Рис. 3.** Пруд-охладитель 1-1. **а)** Дербеник иволистный на берегу пруда-охладителя 1-1; **б)** Нитчатые зелёные водоросли и улитки в пруду-охладителе 1-1.



**Рис. 4.** Первый буферный пруд первой нитки хозяйственных стоков в конце сентября 2009 г.

Таким образом, активизация представителей фильтраторов второго трофического уровня (дафний) позволила подавить процесс "цветения" водоёма, что дает не только эстетический эффект, но и улучшает качество воды, возвращаемой в оборотную систему водопользования. При этом высадка надводных растений береговой зоны, в частности дербенника иволистного (рис. 3а), предохраняет берега от размывания.

С целью предотвращения цветения воды в первый буферный хозяйственной пруд первой нитки водоотведения были интродуцированы пистия (тропическое водное растение) и водокрас. Данные виды образовали плавающие колонии на поверхности воды. Особенно интенсивно развивалась пистия. К концу сентября пистия полностью покрыла всю поверхность первого буферного пруда первой нитки хозяйственных стоков (рис. 4).

Данные высшие водные растения полностью подавили "цветение" воды не только на первом пруду первой нитки, но и на последующих втором и третьем прудах первой нитки. В то же время на первом и втором прудах второй нитки в июне-июле отмечалось "цветение" воды и её прозрачность падала с величин более 200 мм до 120 мм [4].

На первой и второй картах второй системы водоотведения, а также на буферных прудах хозяйственных стоков высажены: белые кувшинки *Nymphaea alba*, желтые кубышки *Nuphar lutea* (L.) Sm., декоративные кувшинки *Nymphaea*, лотос орехоносный (*Nelumbo nucifera*) (рис. 5). Высшие водные растения с плавающими на поверхности листьями эффективно затеняют поверхность воды и поглощают биогенные элементы из воды, препятствуя тем самым развитию водорослей.



**Рис. 5.** Декоративные розовые кувшинки на пруду первой карты второй системы водоотведения в конце сентября 2010 г.

### Заключение

**Н**а производстве окружающая человека среда, как правило, наиболее остро дисгармонирует с экологически целесообразной, естественной природной средой его обитания. В связи с этим целесообразно введение термина “экологический дизайн производства” и детальная разработка данного аспекта – поиск путей снижения отри-

цательного влияния производственной среды на ноосистемы.

Искусственные водные экосистемы (биопруды) могут выполнять функцию одного из основных объектов экологического дизайна. Биопруды могут нести не только эстетическую функцию объектов экологического дизайна, улучшая качество окружающей человека среды на производстве, но и непосредственно повышать показатели производственного процесса.

### Литература

1. Neschyotniy I. Что такое «экологический дизайн». EcoNews 1999 No.20 (vol. 5, No.166) с.10-11. URL, <http://www.evol.nw.ru/econews/1999/166.htm> Дата обращения: 04.05. 2012.
2. Одум Ю. Экология. Т. 1. – М.: Мир, 1986. С. 164–165.
3. Келль Л.С. Управление структурной организацией искусственных водных экосистем как фактор улучшения качества воды. // Экология урбанизированных территорий . 2009. № 1. С. 36-39.
4. Келль Л.С. Биологические методы борьбы с "цветением" в биопрудах / Л.С. Келль, М.В. Середина // Экология производства. 2010. № 8. <http://www.ecoindustry.ru/magazine/archive/viewdoc/2010/8/2159.html>



L.S.Kell

## ARTIFICIAL AQUATIC ECOSYSTEMS AS ELEMENTS OF ENVIRONMENTAL DESIGN

In the production of the human environment, as a rule, most acutely jars with the natural environment. It is advisable to introduce the term "ecological design of production" and detailed elaboration of this aspect. Artificial aquatic ecosystems - bioponds may serve as one of the objects of ecological design. At the same time bioponds cannot be only an aesthetic function of objects of ecological design, but also directly improve process performance.

**Key words:** bioponds, production, habitat design.